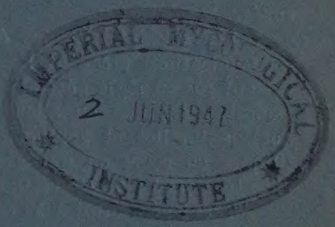
COMPTES RENDUS
(DOKLADY)
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

NOUVELLE SÉRIE

1941



VOLUME XXXI

№ 5

ÉDITION DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS
MOSCOU

AVIS AUX AUTEURS

Les «Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS» paraissent tous les dix jours. Chaque numéro a 96 pages en moyenne. Neuf numéros composent un volume pourvu d'une table des matières. Il y a quatre volumes par année.

Les «Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS» en de courtes communications précisent l'essentiel des travaux en préparation. Ces articles, ne dépassant pas en règle générale quatre pages, sont donnés en l'une des trois langues: française, anglaise ou allemande. Ils embrassent les sciences mathématiques, physiques, naturelles et appliquées, mettant au jour les résultats de recherches scientifiques en cours ou qui viennent d'être achevées, et représentant ainsi les plus récentes données de l'investigation scientifique.

L'auteur a droit à 50 exemplaires de son article.

Adressez les manuscrits à la Rédaction des «Comptes Rendus», Moscou 19, Volkhonka 18, chambre 15.

20 Mai

COMPTES RENDUS

(DOKLADY)

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

COMITÉ DE RÉDACTION

A. Borissiak, de l'Académie, **A. Deborin**, de l'Académie, **A. Fersman**, de l'Académie, **A. Frumkin**, de l'Académie, **A. Kolmogoroff**, de l'Académie, **A. Richter**, de l'Académie, **S. Wawilow**, de l'Académie

NOUVELLE SÉRIE

9-me année

Paraissant tous les dix jours

1941

VOLUME XXXI, № 5

TABLE DES MATIÈRES

MATHÉMATIQUES

Pages

N. Lusin, de l'Académie **(Н. Лузин)**. Un cas du théorème de Janet-Riquiet II, III 419

L. Ermolaev (Л. Ермолаев). Une classification des correspondances ponctuelles biunivoques entre les surfaces analytiques 425

M. M. Grunblum (М. М. Гринблюм). Certains théorèmes sur la base dans un espace du type (B) 428

THÉORIE DE L'ÉLASTICITÉ

S. G. Lekhnitsky (С. Г. Лехницкий). Plane Problem of the Theory of Elasticity for a Medium with a Slightly Expressed Aelotropy 433

PHYSIQUE TECHNIQUE

A. R. Striganov (А. Р. Стриганов). The Influence of Heat-Treating upon the Results of Quantitative Spectral Analysis of Aluminium Alloys 437

CHIMIE

K. G. Packendorff und F. F. Matschus (К. Г. Пакендорф и Ф. Ф. Мачус). Über eine neue Reaktion des Äthylenoxyds (V). Kondensation des Äthylenoxyds mit cyclischen β-Ketonestern 441

CHIMIE PHYSIQUE

P. Rehbinder, Corresponding Member of the Academy, **G. A. Ab** and **S. J. Weiler (П. Ребиндер, Г. А. Аб и С. Я. Вейлер)**. On Structure Development in Rubber Sols under the Action of Active Fillers . . . 444

A. L. Liberman (А. Л. Либерман). Isotherm of Heterogeneous Catalytic Reactions Carried out under Flow Method Conditions and a New Method for Determining the Relative Adsorption Coefficients 448

A. A. Grünberg und P. M. Filinow (А. А. Гринберг и П. М. Филинов). Anwendung künstlicher Radioelemente zur Klärung einiger Fragen der Komplexchemie 453

CHIMIE TECHNIQUE Pages

K. K. Andreew (К. К. Андреев). Über das Totpressen von Knallquecksilber 456

GÉOCHIMIE

M. S. Merkulova (М. С. Меркулова). On the Problem of Determining the Age of the Waters of Matzesta 459

GÉOLOGIE

N. S. Schatsky (Н. С. Шатский). Über die jungpaläozoische Struktur der ostrussischen Senke 461

L. B. Rukhin (Л. Б. Рухин). Mode of Deposition of the Cambro-Silurian Sands of the Leningrad Region 465

MINÉRALOGIE

G. P. Barsanov (Г. П. Барсанов). Ishkulite—a New Mineral of the Spinel Group 468

I. N. Tchirkov (И. Н. Чирков). Valleriite from Vein Deposits of Sulphide Copper-Nickel Ores of the Monche-Tundra 472

E. K. Lazarenko (Е. К. Лазаренко). Silver-Bearing Tetrahedrite from Nagolnaya Tarasovka in the Donetz Basin 475

G. A. Maximovich and **G. G. Kobiak (Г. А. Максимович и Г. Г. Кобяк).** A Characteristic of the Ice from the Kungur Cave 478

BIOCHIMIE

W. N. Orechowitsch, A. S. Konikova, A. A. Tustanovsky, B. I. Schomin und **N. A. Brisker (В. Н. Ореховичъ, А. С. Коникова, А. А. Тустановский, Б. И. Шомин и Н. А. Брискер).** Über die Proteinasen und Peptidasen der Leber 482

K. Packendorff, B. A. Kudrjaschow und **E. N. Lazareva (К. Пакендорф, Б. А. Кудряшов и Е. Н. Лазарева).** Über die Vitamin-K-Aktivität 484

GÉNÉTIQUE

A. R. Zhebrak, Member of the Academy of the White Russian SSR **(А. Р. Жебракъ).** Production of *T. persicum* × *T. Timopheevi* Amphidiploids 485

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

I. A. Krupenikov (И. А. Крупениковъ). Chloride Dynamics in Soils under *Betula kirghisorum* and Some New Data on its Salt-Resistance 488

CYTOLOGIE

S. A. Pletnew (С. А. Плетневъ). Variationen der Chromosomenanzahl in somatischen Geweben der Hauskatze 491

MORPHOLOGIE ÉVOLUTIONNAIRE

W. N. Shedenow (В. Н. Жеденовъ). Über die Spezifität der definitiven Umbildungen des Herzens im Mündungsgebiet der Pulmonalvenen im Prozess seiner Entwicklung bei den höheren Tieren und beim Menschen 494

R. M. Shakhunianz (Р. М. Шахунянцъ). Comparative Analysis of Data of the Constitutional Peculiarities of the Muscular System of Various Types of Karakul 499

V. V. Vasnecov (В. В. Васнецовъ). Function of the Fin in Teleosts . . 503

MORPHOLOGIE EXPÉRIMENTALE

N. N. Schewtchenko (Н. Н. Шевченко). Die Wechselwirkungen der Geschwulst- und Regenerationsprozesse bei Axolotln 507

N. A. Kusmina (Н. А. Кузьмина). Untersuchung der formbildenden Wirkung des Muskelgewebes bei Implantationen 510

PARASITOLOGIE

N. N. Plotnikov (Н. Н. Плотниковъ). Therapy of Cat Opisthorchosis with Hexachlorethane 514

A. Kh. Achmerov and **O. S. Dombrovskaya-Achmerova (А. Х. Ахмеровъ и О. С. Домбровская-Ахмерова).** New *Acanthocephala* in Fishes of the Amur River 517

Édition de l'Académie des Sciences de l'URSS

Moscou 1941

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

MATHÉMATIQUES

UN CAS DU THÉORÈME DE JANET-RIQUIER II, III

Par N. LUSIN, de l'Académie

1. *Critérium des conditions initiales nulles.* Considérons un système (S) d'équations différentielles

$$\left.\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n &= b \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n &= b_n \end{aligned}\right\} \qquad (S)$$

où x_i sont les fonctions inconnues dépendant d'une seule variable t, a_{ij} des polynômes à coefficients constants du deuxième degré en D, $D=\frac{d}{dt}$, et b_i des fonctions analytiques *holomorphes pour* $t=t_0$. Nous supposons que le déterminant $D=|a_{ij}|$ du système (S) n'est pas identiquement nul.

Dans ces conditions, nous allons préciser la forme normale de Janet-Riquier (Ω) du système (S). Pour cela, désignons par (Ω_k) l'ensemble des équations de (Ω) dont les premiers membres sont des dérivées d'ordre k et, respectivement, par X_k l'ensemble des fonctions inconnues x_i qui figurent dans ces membres; ici $k=0, 1$ et 2. Comme le système (Ω) comprend autant d'équations que de fonctions inconnues et contient effectivement dans ses premiers membres des dérivées de *toutes* les fonctions inconnues, on aura

$$(\Omega)=(\Omega_2)+(\Omega_1)+(\Omega_0) \text{ et } \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}=X_2+X_1+X_0$$

où les ensembles X_2, X_1 et X_0 sont sans éléments communs deux à deux. Ceci revient à dire que si l'on écrit

$$X_2=\{x_s\},\ X_1=\{x_r\} \text{ et } X_0=\{x_p\}$$

les valeurs des indices s, r et p forment respectivement trois ensembles Ξ_2, Ξ_1 et Ξ_0 d'entiers positifs, sans éléments communs deux à deux, dont la réunion coïncide avec l'ensemble des entiers positifs inférieurs à $n+1$

$$\{1, 2, 3, \ldots, n\}=\Xi_2+\Xi_1+\Xi_0.$$

D'autre part, chacune des équations de (Ω) ne contient dans son second membre que des dérivées *antérieures* à son premier membre; et puisque

(Ω) est un système complètement intégrable, les systèmes (Ω_2), (Ω_1) et (Ω_0) se présentent respectivement sous la forme suivante:

$$x_s'' = \Sigma \alpha_{s,\sigma} x_\sigma' + \Sigma \beta_{s,\sigma} x_\sigma + \Sigma \gamma_{s,\rho} x_\rho + B_s \qquad (\Omega_2)$$

$$x_r' = \Sigma \alpha_{r,\sigma} x_\sigma' + \Sigma \beta_{r,\sigma} x_\sigma + \Sigma \gamma_{r,\rho} x_\rho + B_r \qquad (\Omega_1)$$

$$x_p = \Sigma \beta_{p,\sigma} x_\sigma + \Sigma \gamma_{p,\rho} x_\rho + B_p \qquad (\Omega_0)$$

où les lettres α, β, γ à deux indices sont tous des constants numériques dépendant des coefficients des polynômes a_{ij} (et non pas des fonctions b_i), les indices latins s, r et p sont des éléments arbitraires des ensembles respectifs Ξ_2, Ξ_1 et Ξ_0, et les indices grecs σ et ρ appartiennent respectivement à Ξ_2 et à Ξ_1, et où les $B_i\,(i = 1, 2, \ldots, n)$ sont des expressions linéaires et homogènes par rapport aux dérivées des fonctions données b_i à coefficients constants dépendant seulement des n^2 polynômes a_{ij}.

La forme trouvée du système (Ω) nous amène à la proposition évidente:

Le critérium nécessaire et suffisant pour qu'un système donné (S) *admette une solution* $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ *aux conditions initiales nulles* $[x_i(t_0) = 0, x_i'(t_0) = 0]$ *est que toutes les fonctions* B_r *et* B_p *soient nulles pour* $t = t_0$.

2. *Précision.* Un cas particulièrement intéressant est celui où nous avons $b_1 = f(t)$, $b_2 = b_3 = \ldots = b_n = 0$.

Ici un autre problème, bien plus difficile que le précédent et cependant plus souvent signalé comme digne d'intérêt, consiste à se demander si ce système (S) admet ou non une solution $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ aux conditions initiales nulles, *quelle que soit une fonction analytique* $f(t)$ *holomorphe pour* $t = t_0$? En d'autres termes, si les polynômes a_{ij} sont *donnés* et $f(t)$ est une fonction *arbitraire* holomorphe pour $t = t_0$, on doit savoir affirmer ou nier l'existence d'une solution aux conditions initiales nulles d'un tel système (S).

Or, il est manifeste que, dans ce cas, toutes les fonctions B_i ont la forme suivante: $B_i = A_i f(t)$, où A_i est un polynôme en D, $D = \frac{d}{dt}$, à coefficients constants dépendant seulement des n^2 polynômes a_{ij}. On conclut de là immédiatement que *le critérium nécessaire et suffisant pour qu'un système* (S) *admette une solution aux conditions initiales nulles et ceci quelle que soit* $f(t)$, *est que les opérateurs* A_r *et* A_p *soient tous identiquement nuls.*

Nous allons maintenant préciser la forme des opérateurs A_s. Pour cela, il nous suffira de suivre pas à pas la formation du système (Ω) de Janet-Riquier.

Par définition même de (Ω), nous rencontrons d'abord le système déduit (Σ), *algébriquement équivalent au système primitif* (S), formé d'équations résolues, chacune ne contenant dans son second membre que des dérivées *antérieures* à son premier membre, les premiers membres étant tous différents. D'ailleurs, chacun de ces seconds membres est la réunion de deux parties: d'une expression *linéaire homogène* par rapport aux dérivées (d'ordre 0, 1 et 2) des fonctions inconnues x_i à coefficients constants; d'un terme *indépendant des inconnues* formé par la fonction $f(t)$. Comme (Σ) est équivalent à (S) au sens algébrique, ce terme est de la forme $af(t)$, où a est un facteur numérique dépendant des a_{ij}. Il importe de remarquer que, *si l'équation considérée ne contient aucune dérivée d'ordre* 2, *le facteur numérique* a *doit être nul* [sinon le système (S) ne pourrait admettre une solution aux conditions initiales nulles, quelle que soit $f(t)$].

Nous allons maintenant étudier le passage au système suivant (Σ'). Pour le faire, nous sommes conduits à introduire d'abord les conditions

d'intégrabilité complète (C) du système obtenu (Σ). Comme toutes ces conditions proviennent de trois identités

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right)=\frac{d^2x}{dt^2},\quad \frac{d^2}{dt^2}(x)=\frac{d^2x}{dt^2}\ \text{et}\ \frac{d}{dt}(x)=\frac{dx}{dt}$$

et puisque les expressions des $\frac{dx}{dt}$ et x (en fonction des x_i et des dérivées paramétriques) ne contiennent aucun terme $af(t)$, nous n'obtiendrons ni des termes $af'(t)$ ni des termes $af''(t)$. Or, pour avoir le système (Σ'), il faut résoudre les relations provenant des conditions d'intégrabilité complète (C) du système (Σ), comme nous avons résolu celles du système primitivement donné (S), et joindre les équations obtenues aux équations (Σ). On conclut de là immédiatement que le système obtenu (Σ') jouit encore de la propriété du système précédent (Σ): ne renfermer de termes $af(t)$ que dans les équations précisément d'ordre 2.

Ceci étant établi, nous passons au système suivant (Σ'') en traitant (Σ') comme nous avons traité (Σ), et *ainsi de suite*. Or, parmi les systèmes successifs (Σ), (Σ'), (Σ''),..., le système cherché (Ω) de Janet-Riquier est le dernier. Nous sommes ainsi amené à la proposition suivante:

Si le système (S) *admet une solution aux conditions initiales nulles et ceci quelle que soit une fonction* $f(t)$ *holomorphe pour* $t=t_0$, *les opérateurs* A_s *sont tous de la forme* $a_s f(t)$, *le facteur numérique* a_s *étant dépendant des* a_{ij} *seuls.*

3. *Systèmes homogènes.* Soit $\|c_{ij}\|$ une matrice rectangulaire à p lignes et q colonnes, formée par les pq polynômes c_{ij} en D, $D=\frac{d}{dt}$, à coefficients constants et des degrés quelconques.

Théorème. *Le critérium nécessaire et suffisant pour que le système* (H) *d'équations différentielles*

$$\left.\begin{aligned}
&c_{11}x_1+c_{12}x_2+\ldots+c_{1j}x_j+\ldots+c_{1q}x_n=0\\
&c_{21}x_1+c_{22}x_2+\ldots+c_{2j}x_j+\ldots+c_{2q}x_n=0\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&c_{i1}x_1+c_{i2}x_2+\ldots+c_{ij}x_j+\ldots+c_{iq}x_n=0\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&c_{p1}x_1+c_{p2}x_2+\ldots+c_{pj}x_j+\ldots+c_{pq}x_n=0
\end{aligned}\right\}\qquad (H)$$

admette la solution générale $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ *à* k *fonctions* x *arbitraires est que la matrice* $\|c_{ij}\|$ *du système* (H) *ait pour rang* $q-k$. *Étant donné un tableau carré* Δ *déduit de* $\|c_{ij}\|$ *par suppression de lignes et de colonnes, ayant pour ordre* $q-k$ *et à déterminant non nul, on choisit arbitrairement toutes les* x *dont les colonnes n'appartiennent pas à* Δ; *alors, la détermination complète des inconnues restantes* x *se fait au moyen de constantes arbitraires en nombre limité.*

En effet, supposons (ce qui est possible) le tableau Δ formé des $q-k$ premières lignes et colonnes. Considérons un processus bien déterminé conduisant au *système réduit d'Hermite* (H*), équivalent au système donné (H), par une série d'opérations élémentaires, en nombre fini [1]. Le système réduit d'Hermite (H*) est un système de la forme

$$\left.\begin{aligned}
&c^*_{11}x_1 &&=0\\
&c^*_{21}x_1+c^*_{22}x_2 &&=0\\
&c^*_{31}x_1+c^*_{32}x_2+c^*_{33}x_3 &&=0\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&c^*_{m1}x_1+c^*_{m2}x_2+c^*_{m3}x_3+\ldots &&=0
\end{aligned}\right\}\qquad (H^*)$$

où les opérateurs c^*_{ij} sont identiquement nuls lorsque $j > i$. Les opérations élémentaires, par lesquelles on construit successivement des systèmes d'équations différentielles équivalents, à partir du système donné (H), consistent: 1° à faire la *transposition* qui porte sur deux équations d'un système déjà obtenu; 2° à *multiplier* par une constante non nulle une équation; 3° à *ajouter* à une équation d'un système déjà obtenu une autre équation de ce système, qui a préalablement subi un opérateur $P(D)$ quelconque, P étant un polynôme en D à coefficients constants. Il importe de remarquer qu'on ne change pas le rang d'une matrice formée de colonnes quelconques de $\| c_{ij} \|$ quand on effectue une opération élémentaire quelconque. On conclut de là immédiatement qu'aucun des $q-k$ premiers opérateurs diagonaux $c^*_{11}, c^*_{22}, \ldots, c^*_{q-k,\,q-k}$ n'est pas identiquement nul, et que tous les opérateurs c^*_{ij}, $i > q-k$, sont identiquement nuls. Il en résulte que l'on trouve les $q-k$ premières fonctions inconnues $x_1, x_2, \ldots, x_{q-k}$ pas à pas, par l'intégration des équations différentielles, et que l'on peut prendre arbitrairement les inconnues x restantes (²).

Conséquence. *La condition nécessaire et suffisante pour que les systèmes*

$$\begin{array}{l} c_{11}x_2 + c_{12}x_3 + \ldots + c_{1m}x_m = c_1 f(t) \\ c_{22}x_2 + c_{23}x_3 + \ldots + c_{2m}x_m = c_2 f(t) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ c_{m2}x_2 + c_{m3}x_3 + \ldots + c_{mm}x_m = c_m f(t) \end{array} \qquad \text{ou} \qquad \begin{array}{l} a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ldots + a_{1n}x_n = f(t) \\ a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \ldots + a_{2n}x_n = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{n2}x_2 + a_{n3}x_3 + \ldots + a_{nn}x_n = 0 \end{array}$$

soient compatibles quelle que soit $f(t)$, *est que les déterminants respectifs*

$$D' = \begin{vmatrix} c_1 & c_1 c_{12} & c_1 c_{13} & \ldots & c_{1m} \\ c_2 & c_2 c_{22} & c_2 c_{23} & \ldots & c_{2m} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ c_m & c_m c_{m2} & c_m c_{m3} & \ldots & c_{mm} \end{vmatrix} \qquad \text{ou} \quad D_{11} = \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} & \ldots & a_{2n} \\ a_{32} & a_{33} & \ldots & a_{3n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n2} & a_{n3} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

soient identiquement nuls. Bien entendu, on suppose ici que les rangs de ces déterminants sont égaux respectivement à $m-1$ et à $n-2$; les c_i sont des facteurs numériques.

4. *Premier théorème fondamental.* Revenons maintenant au système

$$\left.\begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n = f(t) \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n = 0 \end{array}\right\} \qquad (S)$$

que l'on suppose admettant une solution aux conditions initiales nulles et ceci *quelle que soit* $f(t)$. De plus, on suppose que le déterminant $\mathbf{D}$ du système (S) n'est pas nul, tandis que son mineur $\mathbf{D}_{11}$ est identiquement nul, $\mathbf{D}_{11} \equiv 0$. Soit

$$\begin{array}{ll} x''_s = \sum \alpha_{s,\sigma} x'_\sigma + \sum \beta_{s,\sigma} x_\sigma + \sum \gamma_{s,\rho} x_\rho + a_s f(t) & (\Omega_2) \\ x'_r = \sum \alpha_{r,\sigma} x'_\sigma + \sum \beta_{r,\sigma} x_\sigma + \sum \gamma_{r,\rho} x_\rho & (\Omega_1) \\ x_p = \sum \beta_{p,\sigma} x_\sigma + \sum \gamma_{p,\rho} x_\rho & (\Omega_0) \end{array}$$

la forme normale (Ω) de Janet-Riquier du système donné (S). Je dis maintenant que si l'indice 1 est un des indices s, le facteur numérique correspondant a_1 est *rigoureusement nul.* En effet, comme nous avons l'identité $\mathbf{D}_{11} \equiv 0$, le système donné (S) reste compatible *quelle que soit* $f(t)$, lorsque nous enlevons de (S) tous les termes qui dépendent

de x_1. *Il en est de même du système* (Ω). D'autre part, le déterminant δ d'ordre n du système (Ω) n'est identiquement nul. Or, d'après la conséquence précédente, le déterminant δ devient identiquement nul lorsque nous remplaçons sa colonne, qui correspond à x_1, par la colonne formée des facteurs numériques a_i. Soit δ_1 le déterminant ainsi déduit de δ, $\delta_1 \equiv 0$. Comme l'on obtient manifestement le terme de δ_1 du plus haut degré en D lorsqu'on fait le produit des éléments de la diagonale principale de δ_1, et comme tous ces éléments, sauf peut-être a_1, sont évidemment non nuls, le nombre a_1 est sûrement nul.

Cela étant, supprimons dans (Ω) tous les termes qui dépendent de x_1. Nous obtiendrons un système $(\sum_1)$ de n équations différentielles à $n-1$ inconnues $x_2, x_3, \ldots, x_n$ *compatible quelle que soit* $f(t)$. Il est clair que $(\sum_1)$ est la réunion d'un système normal (Ω_1) de Janet-Riquier par rapport aux fonctions inconnues $x_2, x_3 \ldots, x_n$ et d'une relation $L_1 = 0$ indépendante de $f(t)$, linéaire homogène par rapport aux dérivées d'ordre 0 et 1 des inconnues $x_2, x_3, \ldots, x_n$ à coefficients constants. Il importe essentiellement de remarquer que $f(t)$ ne figure jamais dans les équations de (Ω_1) d'ordre $\leqslant 1$. Ceci étant, considérons la *dernière* D_1 des dérivées qui font partie de L_1 effectivement, c'est-à-dire celle qui est postérieure à toutes les autres, et résolvons par rapport à elle la relation $L_1 = 0$; soit $D_1 = L_1^*$ cette équation résolue. Comme les premiers membres de (Ω_1)sont des dérivées de toutes les fonctions inconnues $x_2, x_3, \ldots, x_n$, il existe une équation et une seule E de (Ω_1) dont le premier membre dépend de D_1. Il en résulte que, si nous portons d'une manière algébrique l'expression L_1^* de D_1 dans toutes les autres (en nombre $n-2$) équations de (Ω_1) et joignons l'équation $D_1 = L_1^*$ aux $n-2$ équations obtenues, nous obtenons un système normal de Janet-Riquier par rapport aux inconnues $x_2, x_3, \ldots, x_n$ que nous désignons par (Ω_2). Il importe de remarquer que $f(t)$ ne figure jamais dans les équations de (Ω_2) d'ordre $\leqslant 1$. Or, si nous portons l'expression L_1^* de D_1 dans tous les deux membres de l'équation E et si nous portons dans l'équation obtenue les premiers membres du système (Ω_2), nous obtenons une relation d'ordre $\leqslant 1$ linéaire et homogène par rapport aux dérivées qui y entrent; soit $L_2 = 0$ cette relation. *Il importe essentiellement de remarquer que* $f(t)$ *ne figure nullement dans* L_2. Pour le voir par impossible, désignons par $a_2 f(t)$ un terme unique de L_2 qui dépend de $f(t)$, par $(\sum_2)$ la réunion du système (Ω_2) et de la relation $L_2 = 0$, et par δ_2 un déterminant d'ordre n qui est formé de la même manière pour le système $(\sum_2)$ que l'est δ_1 pour $(\sum_1)$. Comme le système $(\sum_2)$ est compatible *quelle que soit* $f(t)$, le déterminant δ_2 est identiquement nul, $\delta_2 \equiv 0$. Or, le système $(\sum_2)$ est la transformée du système $(\sum_1)$ par une série d'opérations élémentaires précédemment définies, et lui équivaut au sens différentiel. Donc, le déterminant δ_2 est la transformée analogue du déterminant δ_1. Si l'on suit cette transformation pas à pas, on s'assure immédiatement que *le facteur numérique* a_2 *est sûrement nul* de la même manière que l'on est assuré pour le cas du facteur numérique a_1.

Cela étant, nous traitons le système $(\sum_2)$ comme nous avons traité le système $(\sum_1)$ et *ainsi de suite*. Nous obtiendrons de cette manière une suite de systèmes $(\sum_1)$, $(\sum_2)$, $(\sum_3)$, ..., $(\sum_i)$, ... où $(\sum_i)$ est la réunion d'un système normal (Ω_i) de Janet-Riquier par rapport aux inconnues $x_2, x_3, \ldots, x_n$ et d'une relation $L_i = 0$. Il importe de remarquer que l'expression L_i ne dépend pas de $f(t)$ ainsi que toutes les équations de (Ω_i) d'ordre $\leqslant 1$. D'ailleurs, tous ces systèmes sont équivalents deux à deux au sens différentiel, et le nombre des dérivées (d'ordre 0 et 1) contenues dans L_i diminue essentiellement avec la croissance de l'indice i.

Par conséquence, nous obtiendrons finalement un système $(\sum_m)$ dont la relation $L_m = 0$ se réduit à l'identité $0 = 0$. Or, le système normal (Ω_m) de Janet-Riquier admet manifestement une *solution* $(x_2, x_3, \ldots, x_n)$ *aux conditions initiales nulles et ceci quelle que soit* $f(t)$. Donc, *il en est de même pour le système* $(\sum_1)$. Comme toute solution $(x_2, x_3, \ldots, x_n)$ du système $(\sum_1)$ est une solution du système primitivement donné (S) lorsqu'on prend la fonction inconnue $x_1(t)$ identiquement nulle, $x_1(t) \equiv 0$, et comme une solution aux conditions initiales nulles du système (S) est *unique*, nous sommes amenés à la proposition suivante:

Premier théorème fondamental. *Si le système* (S) *admet une solution* $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ *aux conditions initiales nulles* $[x_i(t_0) = 0, x_i'(t_0) = 0]$ *quelle que soit une fonction analytique* $f(t)$ *holomorphe pour* $t = t_0$, *et si le mineur* $\mathbf{D}_{11}$ *du système* (S) *est identiquement nul, on a nécessairement l'identité* $x_1(t) \equiv 0$ *dans tout intervalle* (a, b) *d'holomorphie de* $f(t)$ *qui renferme le point* t_0.

Remarque. Comme ce théorème paraît présenter quelque intérêt au delà des frontières des Mathématiques, nous lui avons donné une démonstration détaillée. On pourrait exposer les raisonnements sous deux formes différentes: la première *analytique* et la seconde *arithmétique*. La marche analytique est plus longue, mais nous paraît être préférable, puisque la démonstration purement analytique que nous venons de donner s'étend d'elle-même aux systèmes d'équations d'ordres quelconques et même aux systèmes d'équations non linéaires. La portée de la marche arithmétique paraît être bien limitée; d'ailleurs, le nombre des cas particuliers à examiner sur cette voie, assez fastidieux déjà pour $n = 3$, croît très rapidement avec n.

Pour les fonctions $f(t)$ non holomorphes, la proposition ne reste plus.

Manuscrit reçu
le 4. II. 1941.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] A. Chatelet, Leçons sur la théorie des nombres, Paris, 46 (1913). [2] Н. Лузин, Автом. и телем., (5), 17 (1940).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

MATHÉMATIQUES

UNE CLASSIFICATION DES CORRESPONDANCES PONCTUELLES BIUNIVOQUES ENTRE LES SURFACES ANALYTIQUES

Par L. ERMOLAEV

(Présenté par A. N. Kolmogoroff, de l'Académie, le 27. II. 1941)

1. Soit donné dans l'espace projectif à trois dimensions un couple de surfaces S et $\sum$, dont les points M et N sont en correspondance biunivoque telle, que la droite MN ne touche pas les surfaces en M et N. Pour chaque point M de S considérons un tétraèdre asymptotique $MM_1M_2M_3$ tel que M_3 coïncide avec N et le plan $M_1M_2M_3$ est tangent à $\sum$[1].

En tout point M dans le faisceau des tangentes à S on établit deux involutions, l'involution de Dupin de la surface S

$$du\delta v + dv\delta u = 0 \tag{1}$$

et l'involution qui correspond à celle de Dupin de la surface $\sum$:

$$\begin{aligned}(a_2^1a_1^0 + a_2^2a_2^0)\,du\delta u + (a_3^1b_1^0 + a_3^2b_2^0)\,dv\delta u + \\ + (b_3^1a_1^0 + b_3^2a_2^0)\,du\delta v + (b_3^1b_1^0 + b_3^2b_2^0)\,dv\delta v = 0.\end{aligned} \tag{2}$$

2. On peut indiquer parmi les couples de tangentes conjuguées deux couples spéciaux: le couple conjugué simultanément dans (1) et (2), qu'on peut déterminer par l'équation

$$(a_3^1a_1^0 + a_2^2a_2^0)\,du^2 - (b_3^1b_1^0 + b_3^2b_2^0)\,dv^2 = 0 \tag{3}$$

et le couple de tangentes conjuguées dans (1), qui coupe le couple conjugué de tangentes à $\sum$ en N:

$$(a_3^2b_1^0 - b_3^2a_1^0)\,du^2 + (a_3^1b_2^0 - b_3^1a_2^0)\,dv^2 = 0. \tag{4}$$

Ces deux couples de tangentes permettent de déterminer trois classes de correspondances ponctuelles:

1) La correspondance appartient à la classe B, lorsque le couple (3) est indéterminé en tous les points M; c'est le cas où les asymptotiques des surfaces S et $\sum$ se correspondent.

2) La correspondance appartient à la classe A, lorsque le couple (4) est indéterminé [2].

3) La correspondance appartient à la classe F (transformation fondamentale) ou à la classe G [voir (18)], lorsque les couples (3) et (4) et les couples analogues sur $\sum$ coïncident.

3. Marquons encore trois réseaux de lignes sur $\sum$. Le premier est formé des lignes qui correspondent aux lignes asymptotiques de la surface S. Leurs équations sont:

$$du = 0, \qquad dv = 0. \tag{5}$$

Les tangentes des lignes du second réseau coupent les tangentes asymptotiques des points correspondants de S; les équations de ces lignes sont:

$$a_3^1 du + b_3^1 dv = 0, \qquad a_3^2 du + b_3^2 dv = 0. \tag{6}$$

On obtient le troisième réseau par la construction duale:

$$a_2^0 du + b_2^0 dv = 0, \qquad a_1^0 du + b_1^0 dv = 0. \tag{7}$$

4. Le réseau (5) forme sur $\sum$ un réseau conjugué, lorsque

$$a_3^1 b_1^0 + a_3^2 b_2^0 = 0, \qquad b_3^1 a_1^0 + b_3^2 a_2^0 = 0; \tag{8}$$

on voit de ces équations qu'aux lignes asymptotiques de $\sum$ correspond aussi un réseau conjugué sur S. Une telle classe de correspondances sera nommée classe E.

Les réseaux (6) et (7) sont conjugués simultanément dans les conditions

$$a_3^2 b_2^0 - b_3^2 a_2^0 = 0, \qquad a_3^1 b_1^0 - b_3^1 a_1^0 = 0. \tag{9}$$

Nous appellerons H cette classe de correspondances.

5. La correspondance ponctuelle établie entre S et $\sum$ engendre dans tout faisceau de tangentes à S deux homographies: l'image P et l'image T, dont les équations sont [1]:

$$a_3^2 du\delta u + b_3^2 dv\delta u - a_3^1 du\delta v - b_3^1 dv\delta v = 0 \tag{10}$$

$$a_1^0 du\delta u + b_1^0 dv\delta u - a_2^0 du\delta v - b_2^0 dv\delta v = 0. \tag{11}$$

6. Aux lignes asymptotiques de S dans les images correspondent les réseaux

$$b_3^2\delta u - b_3^1\delta v = 0, \qquad a_3^2\delta u - a_3^1\delta v = 0 \tag{12}$$

$$b_1^0\delta u - b_2^0\delta v = 0, \qquad a_1^0\delta u - a_2^0\delta v = 0. \tag{13}$$

Nous appellerons I et J les classes de correspondances telles que les lignes du réseau (12) ou (13) respectivement soient conjuguées. Nous appellerons K la classe des correspondances telles que les réseaux (12) et (13) coïncident.

7. Soient P et T les transformations du rayon $du : dv$ dans le rayon $\delta u : \delta v$, déterminées respectivement par (10) et (11), et soit C la transformation déterminée par (1). Alors on peut déduire de (10) et (11) les homographies dérivées suivantes:

$$PCP^{-1}, \quad P^{-1}CP, \quad TCT^{-1}, \quad T^{-1}CT, \quad TP^{-1}, \quad T^{-1}P, \quad TCP^{-1}, \quad T^{-1}CP. \tag{14}$$

8. Chaque condition particulière imposée à l'une des homographies précédentes détermine une classe de correspondances ponctuelles. Nous signalerons pour chaque homographie les conditions suivantes: 1) l'homographie est une involution; 2) les rayons doubles de homographie sont conjugués au sens de Dupin; 3) les rayons doubles de homographie coïncident avec les tangentes asymptotiques.

Lorsque les rayons doubles sont conjugués, nous signalerons encore deux cas particuliers; à savoir, celui où les lignes doubles coïncident avec le couple (3) ou avec le couple (4). Les classes des correspondan-

ces ponctuelles déterminées par ces conditions nous désignerons de la manière suivante:

$$\begin{array}{l} P_i,\quad P_c,\quad P_a,\quad P_{c_1},\quad P_{c_2}, \\ T_i,\quad T_c,\quad T_a,\quad T_{c_1},\quad T_{c_2}, \\ (PCP^{-1})_c,\quad (PCP^{-1})_a,\quad (PCP^{-1})_{c_1},\quad (PCP^{-1})_{c_2} \text{ etc.} \end{array} \tag{15}$$

9. Ces classes peuvent avoir des éléments communs et coïncident dans certains cas. Quelquefois la condition imposée à l'homographie se confond avec la propriété générale de cette homographie, alors elle ne détermine pas de classes de correspondances. Ainsi $(PCP^{-1})_i$, $(P^{-1}CP)_i$, $(TCT^{-1})_i$, $(T^{-1}CT)_i$, $(TP^{-1})_c$, $(TP^{-1})_{c_2}$, $(T^{-1}CP)_i$ ne sont pas des classes.

Indiquons tout d'abord parmi les classes de correspondances les classes suivantes:

$$\begin{array}{ll} \text{I} = (PCP^{-1})_c & = (P^{-1}CP)_c = I \\ \text{II} = (TCT^{-1})_c & = (T^{-1}CT)_c = J \\ \text{III} = (TP^{-1})_i & = H \\ \text{IV} = (T^{-1}P)_c & = (TCP^{-1})_i = (T^{-1}P)_{c_1} \\ \text{V} = (T^{-1}P)_a & = A + (PCP^{-1})_{c_2} = K \\ \text{VI} = (TCP^{-1})_c & = (T^{-1}CP)_c = (T^{-1}CP)_{c_1} = E \\ \text{VII} = (TCP^{-1})_a & = B + (P^{-1}CP)_{c_1} \end{array} \tag{16}$$

10. Les intersections de ces classes sont:

$$\begin{array}{l} \text{I} \cdot \text{II} = (P^{-1}CP)_{c_1} + (PCP^{-1})_{c_2} \\ \text{I} \cdot \text{III} = \text{II} \cdot \text{III} = \text{I} \cdot \text{VII} = \text{II} \cdot \text{VII} = \text{III} \cdot \text{VII} \; (P^{-1}CP)_{c_1} = (T^{-1}CT)_{c_1} \\ \text{IV} \cdot \text{V} = A = (TP^{-1})_a \\ \text{I} \cdot \text{V} = \text{II} \cdot \text{V} = \text{I} \cdot \text{VI} = \text{II} \cdot \text{VI} = \text{V} \cdot \text{VI} = (PCP^{-1})_{c_2} = (TCP^{-1})_{c_2} \\ \text{IV} \cdot \text{VII} = B = (T^{-1}CP)_a \end{array} \tag{17}$$

11. Et encore

$$\begin{array}{c} F = P_{c_1} = T_{c_1} = P_c T_c \\ G = P_i T_i \\ (PCP^{-1})_a = (P^{-1}CP)_a = P_i P_c + P_a. \end{array} \tag{18}$$

Manuscrit reçu
le 29. VI. 1940.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] L. Ermolaev, C. R. Acad. Sci. URSS, XXVI, No. 8; XXVII, № 5 (1940).
[2] S. Finikoff, Rec. Math., 6, 48, 3.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

MATHÉMATIQUES

CERTAINS THÉORÈMES SUR LA BASE DANS UN ESPACE DU TYPE (B)

Par M. M. GRUNBLUM

(Présenté par A. N. Kolmogoroff, de l'Académie, le 6. III. 1941)

Soit E un espace séparable du type (B) et

$$x_1, x_2, \ldots, x_n, \ldots \tag{I}$$

une suite complète dans E. Pour qu'il existe une suite de fonctionnelles linéaires dans E

$$F_1, F_2, \ldots, F_n, \ldots \tag{II}$$

qui forme avec (I) un système biorthogonal (I, II), il faut et il suffit que pour chaque i l'élément x_i n'appartienne pas à l'enveloppe fermée linéaire formée pour les autres x_j $(j \neq i)$. En vertu de ce que la suite (I) est complète, il est évident que la suite (II), si elle existe, est déterminée d'une manière unique. Il est connu que dans chaque espace séparable de Banach il existe toujours un système biorthogonal.

La suite (I) est nommée base dans E, si chaque élément $x \in E$ peut être présenté d'une manière unique dans la forme $x = \sum_{i=1}^{\infty} F_i(x)\, x_i$.

Dans le présent article on établit une condition nécessaire et suffisante pour que la suite (I) soit une base dans E.

Dans la suite nous désignerons par $L_{(n)}$ l'enveloppe linéaire formée pour les éléments $x_1, x_2, \ldots, x_n$, et par $L^{(n)}$ l'enveloppe linéaire fermée pous les éléments $x_{n+1}, x_{n+2}, \ldots$ D'ailleurs, convenons de désigner par $S_{(n)}$ la surface de la sphère unitaire dans $L_{(n)}$ (c'est-à-dire l'ensemble des éléments vérifiant la condition $x \in L_{(n)}$ et $\|x\| = 1$). Enfin, si P et Q sont deux ensembles quelconques d'éléments de E, on désignera, comme d'habitude, par $\rho(P, Q)$ la distance entre P et Q:

$$\rho(P, Q) = \inf_{x \in P,\ y \in Q} \|x - y\|.$$

Théorème A. *Pour que la suite* (I) *soit une base dans E, il faut et il suffit qu'il existe une constante positive* α *telle que* $\rho(S_{(n)}, L^{(n)}) \geqslant \alpha$.

La condition est suffisante: soit x un élément arbitraire de E. Considérons l'élément $x^* = x - \sum_{i=1}^{n} F_i(x)\, x_i$.

Montrons que x^* appartient à la multiplicité $L^{(n)}$. Supposons le contraire. Alors il existe une fonctionnelle linéaire $F(x)$, vérifiant les conditions: $F(x^*)=1$ et $F(x)=0$ pour chaque $x\in L^{(n)}$. Considérons la fonctionnelle

$$V(x)=F(x)-\sum_{i=1}^{n}F_i(x)\,F(x_i).$$

Cette fonctionnelle vérifie les conditions $V(x_i)=0$ pour chaque i, donc, en vertu de ce que la suite (I) est complète, V est identiquement nulle. D'autre part, en remarquant que pour $i\leqslant n$ $F_i(x^*)=0$, on a

$$V(x^*)=F(x^*)=1.$$

Il résulte de la contradiction obtenue que $x^*\in L^{(n)}$. Introduisons la notation $x_*=\sum_{1}^{n}F_i(x)\,x_i$; nous aurons

$$x=x_*+x^* \tag{1}$$

où $x_*\in L_{(n)}$ et $x^*\in L^{(n)}$.

Ensuite, comme $\frac{x_*}{\|x_*\|}\in S_{(n)}$, on a

$$\|x\|=\|x_*+x^*\|=\|x_*\|\left\|\frac{x_*}{\|x_*\|}+\frac{x^*}{\|x_*\|}\right\|\geqslant\|x_*\|\,\rho(S_{(n)},L^{(n)}).$$

Mais d'après l'hypothèse $\rho(S_{(n)},L^{(n)})\geqslant\alpha$; donc, $\|x_*\|\leqslant\frac{1}{\alpha}\|x\|$, ou bien

$$\left\|\sum_{1}^{n}F_i(x)\,x_i\right\|\leqslant\frac{1}{\alpha}\|x\| \tag{2}$$

pour tous les n et pour chaque $x\in E$. Or, il résulte de (2) en vertu d'un théorème (1) connu que la série $\sum_{1}^{\infty}F_i(x)\,x_i$ converge pour chaque x.

Il reste à démontrer que

$$\sum_{1}^{\infty}F_i(x)\,x_i=x. \tag{3}$$

Supposons que

$$\sum_{1}^{\infty}F_i(x)\,x_i=y. \tag{4}$$

Considérons l'élément $z=x-y$; il suit de (3) et (4) que pour chaque i on a $F_i(x)=F_i(y)$, donc $F_i(z)=0$ pour tous les i. Ensuite, comme $z\in E$, la relation (1) précédente est vraie pour cet x, c'est-à-dire en prenant un n fixe arbitraire on aura

$$z=z_*+z^*;\qquad z_*\in L_{(n)};\qquad z^*\in L^{(n)}.$$

Comme $z_*=\sum_{1}^{n}F_i(z)\,x_i$, on a $z_*=0$; donc

$$z=z^*\quad\text{ou bien}\quad z\in L^{(n)}. \tag{5}$$

Comme (5) est vraie pour chaque n, z appartient à l'intersection de tous les $L^{(n)}$. Mais il est facile à démontrer que dans les conditions

de notre théorème cette intersection contient seulement l'élément nul. En effet, en vertu de ce que la suite (I) est complète, il existe une suite $\xi_n = \sum_{k=1}^{m_n} c_{i_k} x_{i_k}$ telle que $\lim_{n\to\infty} \xi_n = z$. Il en résulte que si N est assez grand, on aura pour $n > N$ l'inégalité $\| \xi_n \| \geqslant \frac{\| z \|}{2}$. Mais alors

$$\| \xi_n - z \| = \| \xi_n \| \left\| \frac{\xi_n}{\| \xi_n \|} - \frac{z}{\| \xi_n \|} \right\| \geqslant \frac{\| z \|}{2} \alpha,$$

puisqu'on peut toujours prendre p assez grand pour que $\xi_n \in L_{(p)}$, et z appartient par hypothèse à chaque $L^{(p)}$. Ainsi z est l'élément nul, donc la suffisance de notre condition est démontrée *.

La condition est nécessaire.

Supposons que (I) est une base dans E. Alors il existe un nombre M tel que

$$\left\| \sum_{1}^{n} F_i(x)\, x_i \right\| \leqslant M \| x \| \tag{6}$$

pour tous les n et pour chaque $x \in E$.

Soit maintenant ξ un élément arbitraire de $S_{(n)}$, c'est-à-dire $\xi \in L_{(n)}$, $\| \xi \| = 1$ et η est un élément arbitraire de $L^{(n)}$. Considérons l'élément $x = \xi + \eta$. Comme (I) est une base, on a $x = \sum_{1}^{\infty} F_i(x)\, x_i$, et d'ailleurs il est évident que $\xi = \sum_{1}^{n} F_i(x)\, x_i$ et $\eta = \sum_{n+1}^{\infty} F_i(x)\, x_i$. Donc, on obtient de (6): $\| \xi \| \leqslant M \| \xi + \eta \|$, et comme $\| \xi \| = 1$, on a $\| \xi + \eta \| \geqslant \frac{1}{M}$. Donc, en vertu de ce que ξ et η sont choisis arbitrairement de $S_{(n)}$ et $L^{(n)}$, nous aurons

$$\rho(S_{(n)}, L^{(n)}) = \inf_{\substack{\xi \in S_{(n)}, \\ \eta \in L^{(n)}}} \| \xi + \eta \| \geqslant \frac{1}{M}$$

pour tous les n et le théorème est démontré.

Définition. On appelle indice d'une suite complète $x_1, x_2, \ldots$ d'éléments de E la borne supérieure exacte de tous les nombres α vérifiant la condition $\rho(S_{(n)}, L^{(n)}) \geqslant \alpha$. Ainsi l'indice γ de la suite $x_1, x_2, \ldots$ est déterminé d'une manière unique par cette suite et vérifie l'inégalité

$$0 \leqslant \gamma \leqslant 1. \tag{7}$$

Considérons toutes les suites complètes dans E et désignons par Q la borne supérieure exacte de l'ensemble des indices de toutes ces suites. La constante Q est déterminée d'une manière unique par l'espace E et vérifie l'inégalité $0 \leqslant Q \leqslant 1$. On ne sait pas s'il existe des espaces pour lesquels $Q < 1$.

---

* Comme dans la démonstration de la relation (I) la constante α n'a pas été utilisée, il est facile à voir que pour le système (I, II) biorthogonal la proposition suivante a lieu: Pour que la suite (II) soit totale, il faut et il suffit que l'intersection des multiplicités $L^{(n)}$ ne soit formée que de l'élément nul seulement.

Remarquons maintenant que le théorème A peut encore être énoncé dans la forme suivante:

Théorème A'. *Pour que la suite* (I) *soit une base dans* E, *il faut et il suffit qu'il existe une constante* M *qui vérifie la condition suivante: quel que soit l'élément* x_0 *appartenant à* $L_{(n)}$, *il existe une fonctionnelle linéaire* F *telle que* $F(x_0) = \|x_0\|$; $F(x) = 0$ *pour tous les* $x \in L^{(n)}$; $1 \leqslant |F| \leqslant M$.

Remarquons qu'on peut prendre $\frac{1}{\gamma}$ en qualité de M. Dans la suite convenons de désigner par $L_{i_1, i_2 \ldots i_n}$ la multiplicité linéaire engendrée par les éléments $x_{i_1}, x_{i_2}, \ldots, x_{i_n}$, et par $L^{i_1 i_2 \ldots i_n}$ l'enveloppe linéaire fermée pour les autres éléments de la suite (I). D'ailleurs, nous désignerons par $S_{i_1 i_2 \ldots i_n}$ la suite de la sphère unitaire dans $L_{i_1 i_2 \ldots i_n}$.

Supposons maintenant que la suite (I) est une base dans E. Alors, si $x \in E$, on a $x = \sum_1^\infty F_i(x)\, x_i$, donc, si $F(x)$ est une fonctionnelle linéaire définie sur E, on a

$$F(x) = \sum_1^\infty F_i(x)\, F(x_i). \tag{8}$$

Théorème B. *Pour que la série* (8) *converge absolument pour chaque* $x \in E$, *il faut et il suffit qu'il existe une constante positive* β *telle que*

$$\rho(S_{i_1 i_2 \ldots i_n}, L^{i_1 i_2 \ldots i_n}) \geqslant \beta$$

quelle que soit la suite finie $i_1, i_2, \ldots, i_n$.

La condition est suffisante: soit $x \in E$. Prenons une suite d'indices $i_1 < i_2 < \ldots < i_n < \ldots$ tels que $F_{i_k}(x) F(x_{i_k})$ sont de signe constant. Pour fixer les idées supposons que $F_{i_k}(x) F(x_{i_k}) \geqslant 0$. Comme nous avons supposé l'existence de la constante β, on a

$$\left\| \sum_1^n F_{i_k}(x)\, x_{i_k} \right\| \leqslant \frac{1}{\beta} \|x\| \text{ pour tous les } n \text{ et } x \in E. \tag{9}$$

Mais il résulte de (9) que la série $\sum_1^\infty F_{i_k}(x)\, x_{i_k}$ converge, donc, la série $\sum_1^\infty F_{i_k}(x) F(x_{i_k})$ converge aussi.

La condition est nécessaire.

Considérons les sommes $\sum_1^n F_{i_k}(x)\, x_{i_k}$ pour toutes les suites finies $i_1, i_2, \ldots, i_n$. Soit F une fonctionnelle linéaire sur E. Alors, la série (8) étant supposée absolument convergente, on trouve

$$\left| F\left(\sum_1^n F_{i_k}(x)\, x_{i_k} \right) \right| \leqslant \sum_1^\infty |F_i(x) F(x_i)|. \tag{10}$$

Il résulte de (10) qu'il existe un nombre M tel que

$$\left\| \sum_1^n F_{i_k}(x)\, x_{i_k} \right\| \leqslant M \|x\| \text{ pour tous les } x \in E \text{ et } n. \tag{11}$$

Prenons maintenant une suite infinie $i_1 < i_2 < \ldots < i_n < \ldots$ En tenant compte de la relation (11), de même que dans la démonstration du théorème A on conclut

$$\rho\left(S_{i_1 i_2 \ldots i_n}, L^{i_1 i_2 \ldots i_n}\right) \geqslant \frac{1}{M} = \beta$$

c. q. f. d. Remarquons que de la relation (11) on déduit la convergence de la série $\sum_1^\infty F_{i_k}(x)\, x_{i_k}$. Nous dirons que l'espace E est fendu suivant la base $x_1, x_2, \ldots, x_n \ldots$, si les conditions suivantes sont vérifiées.

Si $F_1(x), F_2(x), \ldots, F_n(x), \ldots$ est la suite des coefficients de l'élément x suivant la base et si $i_1 < i_2 < \ldots < i_n < \ldots$ est une suite arbitraire d'entiers positifs, alors dans l'enveloppe linéaire fermée* formée pour les éléments $x_{i_1}, x_{i_2}, \ldots, x_{i_n}, \ldots$ il existe un élément x^* tel que $F_{i_k}(x^*) = F_{i_k}(x)$ $\left(\text{il est d'ailleurs évident que } x^* = \sum_1^\infty F_{i_k}(x^*)\, x_{i_k} = \sum_1^\infty F_{i_k}(x)\, x_{i_k}\right)$.

On voit de la démonstration du théorème B que le théorème suivant a lieu.

Théorème C. *Pour qu'il soit possible de fendre l'espace E suivant la base* $x_1, x_2, \ldots, x_n, \ldots$, *il faut et il suffit qu'il existe une constante positive* β *telle que* $\rho\left(S_{i_1 i_2 \ldots i_n}, L^{i_1 i_2 \ldots i_n}\right) \geqslant \beta$ *pour chaque suite finie* $i_1, i_2, \ldots i_n$.

Ou, ce qui est le même: *Pour qu'il soit possible de fendre l'espace E suivant la base* $x_1, x_2, \ldots, x_n, \ldots$, *il faut et il suffit qu'il existe une constante M vérifiant la condition suivante: quelle que soit la suite finie* $i_1 < i_2 < \ldots < i_n$ *et quel que soit l'élément* $x_0 \in L_{i_1 i_2 \ldots i_n}$, *il existe une fonctionnelle linéaire F telle que*

$$F(x_0) = \|x_0\|; \quad F(x) = 0 \quad \text{pour} \quad x \in L^{i_1 i_2 \ldots i_n}; \quad 1 \leqslant |F| \leqslant M.$$

Université d'Etat.
Voronezh.

Manuscrit reçu
le 4. II. 1941.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] S. Banach, Théorie des opérations linéaires, 79, théorème 3.

Traduit par N. Bary.

* Soit $i_1 < i_2 < \ldots < i_n < \ldots$ une suite arbitraire d'entiers positifs. Alors il est évident que $\rho(S_{i_1 i_2 \ldots i_n}, L^{i_1 i_2 \ldots i_n}) \geqslant \rho(S_{(n)}, L^{(n)})$. En particulier, il en résulte que la suite $x_{i_1}, x_{i_2}, \ldots$ est une base pour l'enveloppe linéaire fermée, pour elle-même.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

THEORY OF ELASTICITY

PLANE PROBLEM OF THE THEORY OF ELASTICITY FOR A MEDIUM WITH A SLIGHTLY EXPRESSED AELOTROPY

By S. G. LEKHNITSKY

(Communicated by S. L. Soboleff, Member of the Academy, 27. II. 1941)

The present article is concerned with an approximate method of solution of the plane static problem of the theory of elasticity for a homogeneous medium with a slightly expressed aelotropy, i. e. for a medium which differs but little from an isotropic one. This method is based on the representation of the stress function as a series arranged in the order of powers of some small parameters, and makes it possible in the case of an aelotropic medium to reduce the problem to a plane problem for an isotropic medium, which is sufficiently well investigated.

1. Let us consider the elastic equilibrium of a homogeneous aelotropic medium while in a state of plane strain or under plane stress due to the action of external surface tractions. The medium fills a certain region S, either a finite or an infinite one, on a plane xy bounded by curves $L_1, L_2, \ldots, L_{n+1}$. Assume that at every point of the medium there are three planes of elastic symmetry at right angle to one another, one of which is parallel to the plane xy, the axes x and y being directed normally to the planes of elastic symmetry.

For the sake of simplicity let us suppose that the external tractions on the contours L_j are given, and that their principle vector for every contour is equal to zero.

The stress components σ_x, σ_y, τ_{xy} are expressed by the stress function $F(x, y)$:

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 F}{\partial y^2}, \quad \sigma_y = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2}, \quad \tau_{xy} = -\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}. \tag{1.1}$$

Function F satisfies the equation

$$\beta_{22}\frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + (2\beta_{12} + \beta_{66})\frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + \beta_{11}\frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = 0 \tag{1.2}$$

where β_{ij} are constants depending on the elastic constants of the medium (1). The displacement projections u, v are determined from the equations:

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \beta_{11}\sigma_x + \beta_{12}\sigma_y, \quad \frac{\partial v}{\partial y} = \beta_{12}\sigma_x + \beta_{22}\sigma_y, \quad \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = \beta_{66}\tau_{xy}. \tag{1.3}$$

Equation (1.2) is linked up with the algebraic equation

$$\beta_{11}\mu^4 + (2\beta_{12} + \beta_{66})\mu^2 + \beta_{22} = 0 \tag{1.4}$$

which has no real roots (2). Denote the roots of equation (1.4) by $\pm i(1+\lambda_1)$, $\pm i(1+\lambda_2)$. For an isotropic medium $\lambda_1=\lambda_2=0$; for an aelotropic one λ_1, λ_2 are real or complex conjugate numbers.

Equation (1.2) can be written as follows:

$$\nabla^2\nabla^2 F+(2\lambda_1+2\lambda_2+\lambda_1^2+\lambda_2^2)\frac{\partial^2}{\partial x^2}\nabla^2 F+\lambda_1\lambda_2(2+\lambda_1)(2+\lambda_2)\frac{\partial^4 F}{\partial x^4}=0 \quad (1.5)$$

$$\left(\nabla^2=\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right).$$

2. In what follows only mediums with weakly expressed aelotropy will be considered. For them $|\lambda_1|$ and $|\lambda_2|$ are small compared to unity. Supposing function F to be representable in the form of the series

$$F=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\lambda_1^m\lambda_2^n F_{mn} \quad (2.1)$$

where $F_{mn}=F_{nm}$ are functions of x and y, not dependent on λ_1 and λ_2, let us solve the problem in the second approximation, neglecting members which contain quantities lower than the third order of magnitude. Substituting expression

$$F=F_{00}+(\lambda_1+\lambda_2)F_{10}+(\lambda_1^2+\lambda_2^2)F_{20}+\lambda_1\lambda_2 F_{11} \quad (2.2)$$

into equation (1.5) and putting at zero the coefficients before the equal powers of λ_1 and λ_2, we obtain the following equations:

$$\left.\begin{aligned}
&\nabla^2\nabla^2 F_{00}=0\\
&\nabla^2\nabla^2 F_{10}+2\frac{\partial^2}{\partial x^2}\nabla^2 F_{00}=0,\\
&\nabla^2\nabla^2 F_{20}+\frac{\partial^2}{\partial x^2}\nabla^2(2F_{10}+F_{00})=0,\\
&\nabla^2\nabla^2 F_{11}+4\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\nabla^2 F_{10}+\frac{\partial^2 F_{00}}{\partial x^2}\right)=0.
\end{aligned}\right\} \quad (2.3)$$

Integration of these equations gives (3):

$$\left.\begin{aligned}
F_{00}&=Re\,[\bar{z}\varphi_{00}(z)+\chi_{00}(z)],\\
F_{10}&=Re\left[\bar{z}\varphi_{10}(z)+\chi_{10}(z)-\frac{1}{4}\bar{z}^2\varphi'_{00}(z)\right],\\
F_{20}&=Re\left[\bar{z}\varphi_{20}(z)+\chi_{20}(z)-\frac{1}{4}\bar{z}^2\varphi'_{10}(z)+\frac{1}{24}\bar{z}^3\varphi''_{00}(z)+\frac{1}{8}\bar{z}^2\varphi'_{00}(z)\right],\\
F_{11}&=Re\left[\bar{z}\varphi_{11}(z)+\chi_{11}(z)-\frac{1}{2}\bar{z}^2\varphi'_{10}(z)+\frac{1}{24}\bar{z}^3\varphi''_{00}(z)-\frac{1}{8}\bar{z}^2\chi'_{00}(z)\right].
\end{aligned}\right\} \quad (2.4)$$

Here $\varphi_{ij}(z)$ and $\chi_{ij}(z)$ are the analytical functions of the complex variable $z=x+iy$; $\bar{z}=x-iy$. From the general expression for function F (in the second approximation) it is not difficult to obtain the general expressions for $\partial F/\partial x$, $\partial F/\partial y$, σ_x, σ_y, τ_{xy} and u, v [the latter are found by integrating equations (1.3)]. By introducing the following denotations

$$\varphi_{ij}=\varphi_{ij}(z), \quad \psi_{ij}=\chi'_{ij}(z), \quad \bar{\varphi}_{ij}=\bar{\varphi}_{ij}(\bar{z}), \quad \bar{\psi}_{ij}=\bar{\chi}'_{ij}(\bar{z}) \text{ etc.}$$

and also making use of some others, we obtain:

$$\frac{\partial F}{\partial x}+i\frac{\partial F}{\partial y}=z\overline{\varphi}'_{00}+\overline{\psi}_{00}+\varphi_{00}+(\lambda_1+\lambda_2)\Big[z\overline{\varphi}'_{10}+\overline{\psi}_{10}+\varphi_{10}-\frac{1}{4}(z^2\overline{\varphi}''_{00}+2\bar{z}\overline{\varphi}'_{00})\Big]+$$
$$+(\lambda_1^2+\lambda_2^2)\Big[z\overline{\varphi}'_{20}+\overline{\psi}_{20}+\varphi_{20}-\frac{1}{4}(z^2\overline{\varphi}''_{10}+2\bar{z}\overline{\varphi}'_{10})+$$
$$+\frac{1}{8}\Big(\frac{z^3}{3}\overline{\varphi}'''_{00}+z^2\overline{\varphi}''_{00}+\bar{z}^2\varphi''_{00}+2\bar{z}\varphi'_{00}\Big)\Big]+$$
$$+\lambda_1\lambda_2\Big[z\overline{\varphi}'_{11}+\overline{\psi}_{11}+\varphi_{11}-\frac{1}{2}(z^2\overline{\varphi}''_{10}+2\bar{z}\varphi'_{10})+$$
$$+\frac{1}{8}\Big(\frac{z^3}{3}\overline{\varphi}'''_{00}+z^2\overline{\psi}''_{00}+\bar{z}^2\varphi''_{00}-2\bar{z}\overline{\psi}'_{00}\Big)\Big]; \tag{2.5}$$

$$\sigma_y-\sigma_x+2i\tau_{xy}=2\sum_{k=0}^{2}\sum_{i=0}^{k}\lambda_1^i\lambda_2^{k-i}(z\varphi''_{i,k-i}+\psi'_{i,k-i})-$$
$$-\frac{1}{2}(\lambda_1+\lambda_2)(\bar{z}^2\varphi'''_{00}+2\overline{\varphi}'_{00})-\frac{1}{2}(\lambda_1+\lambda_2)^2(\bar{z}^2\varphi'''_{10}+2\overline{\varphi}'_{10})+$$
$$+\frac{1}{4}(\lambda_1^2+\lambda_2^2)\Big(\frac{\bar{z}^3}{3}\varphi^{\mathrm{IV}}_{00}+\bar{z}^2\varphi'''_{00}+2z\overline{\varphi}''_{00}+2\overline{\varphi}'_{00}\Big)+$$
$$+\frac{1}{4}\lambda_1\lambda_2\Big(\frac{\bar{z}^3}{3}\varphi^{\mathrm{IV}}-\bar{z}^2\psi'''_{00}+2z\overline{\varphi}''_{00}-2\overline{\psi}'_{00}\Big); \tag{2.6}$$

$$\sigma_x+\sigma_y=Re\Big[4\sum_{k=0}^{2}\sum_{i=0}^{k}\lambda_1^i\lambda_2^{k-i}\varphi'_{i,k-i}-2(\lambda_1+\lambda_2)\bar{z}\varphi''_{00}-2(\lambda_1+\lambda_2)^2\bar{z}\overline{\varphi}''_{10}+$$
$$+\frac{1}{2}(\lambda_1^2+\lambda_2^2)(\bar{z}^2\varphi'''_{00}+2\bar{z}\overline{\varphi}''_{00})+\frac{1}{2}\lambda_1\lambda_2(\bar{z}^2\varphi'''_{00}-2\bar{z}\overline{\psi}''_{00})\Big]; \tag{2.7}$$

$$2\mu(u+iv)=\sum_{k=0}^{2}\sum_{i=0}^{k}\lambda_1^i\lambda_2^{k-i}(\varkappa\varphi_{i,k-i}-z\overline{\varphi}'_{i,k-i}-\overline{\psi}_{i,k-i})+$$
$$+\frac{1}{4}(\lambda_1+\lambda_2)[z^2\overline{\varphi}''_{00}+(1-\varkappa)\bar{z}\varphi'_{00}+$$
$$+(1+\varkappa)(-z\overline{\varphi}'_{00}+3\varphi_{00}-\overline{\varphi}_{00}+\psi_{00}-\overline{\psi}_{00})]+$$
$$+\frac{1}{4}(\lambda_1+\lambda_2)^2[z^2\overline{\varphi}''_{10}+(1-\varkappa)\bar{z}\varphi'_{10}+$$
$$+(1+\varkappa)(-z\overline{\varphi}'_{10}+3\varphi_{10}-\overline{\varphi}_{10}+\psi_{10}-\overline{\psi}_{10})]+$$
$$+\frac{1}{8}(\lambda_1^2+\lambda_2^2)\Big[-\frac{z^3}{3}\overline{\varphi}'''_{00}-2\bar{z}\varphi'_{00}-\frac{1}{2}(1-\varkappa)(\bar{z}^2\varphi''_{00}+z^2\overline{\varphi}''_{00})+$$
$$+(1+\varkappa)(\varphi_{00}-\overline{\varphi}_{00}+\psi_{00}-\overline{\psi}_{00})\Big]+$$
$$+\frac{1}{8}\lambda_1\lambda_2\Big[-\frac{z^3}{3}\overline{\varphi}'''_{00}-\bar{z}^2\varphi''_{00}+z^2\overline{\psi}''_{00}-2\varkappa\bar{z}\psi'_{00}+$$
$$+(1+\varkappa)(z^2\overline{\varphi}''_{00}-2\bar{z}\varphi'_{00}+6\varphi_{00}-4\overline{\varphi}_{00}+4\psi_{00}-2\overline{\psi}_{00})\Big]+$$
$$+2\mu(\alpha iz+u_0+iv_0). \tag{2.8}$$

Here $\mu=\frac{1}{2(\beta_{11}-\beta_{12})}$; $\varkappa=\frac{3\beta_{11}+\beta_{12}}{\beta_{11}-\beta_{12}}$; α, u_0, v_0 are real constants characterizing a displacement of the medium, involving no strain.

It can easily be shown that with the limitations imposed by us upon the external stresses, $\varphi_{ij}(z)$ and $\psi_{ij}(z)$ are holomorph and single-valued within the region S^*. With $\lambda_1=\lambda_2=0$ we obtain from (2.5)—(2.8) Kolossov's and Mouskhelishvili's formulae for isotropic medium (4).

* If the principle vector of tractions is not zero for at least one contour L_j, then functions φ_{ij} and ψ_{ij} contain logarithmic members.

3. Let us denote by X_n, Y_n the projections of external forces, the distribution of which we shall consider as independent of the elastic properties of the medium. The boundary conditions for every contour L_j will be written thus ([5]):

$$\frac{\partial F}{\partial x}+i\frac{\partial F}{\partial y}=\int_0^s (iX_n-Y_n)\,ds+c_j \tag{3.1}$$

(c_j are complex constants; integration is made over arc s of contour L_j, taking for the positive direction of the circuit the one with respect to which the region is located on the left). From (2.5) we obtain the boundary conditions for functions φ_{ij} and ψ_{ij}:

$$\left.\begin{aligned}
&z\overline{\varphi}'_{00}+\overline{\psi}_{00}+\varphi_{00}=\int_0^s (iX_n-Y_n)\,ds+c_{00},\\
&z\overline{\varphi}'_{10}+\overline{\psi}_{10}+\varphi_{10}=\frac{1}{4}(z^2\overline{\varphi}''_{00}+2\bar{z}\varphi_{00})+c_{10},\\
&z\overline{\varphi}'_{20}+\overline{\psi}_{20}+\varphi_{20}=\frac{1}{4}(z^2\overline{\varphi}''_{10}+2\bar{z}\varphi_{10})-\\
&\qquad -\frac{1}{8}\left(\frac{z^3}{3}\overline{\varphi}'''_{00}+z^2\overline{\varphi}''_{00}+\bar{z}^2\varphi''_{00}+2\bar{z}\varphi'_{00}\right)+c_{20},\\
&z\overline{\varphi}'_{11}+\overline{\psi}_{11}+\varphi_{11}=\frac{1}{2}(z^2\overline{\varphi}''_{10}+2\bar{z}\varphi'_{10})-\\
&\qquad -\frac{1}{8}\left(\frac{z^3}{3}\overline{\varphi}'''_{00}-z^2\overline{\psi}''_{00}+\bar{z}^2\varphi''_{00}-2\bar{z}\psi'_{00}\right)+c_{11},
\end{aligned}\right\} \tag{3.2}$$

[c_{ij} are constants; $c_{00}+(\lambda_1+\lambda_2)c_{10}+(\lambda_1^2+\lambda_2^2)c_{20}+\lambda_1\lambda_2 c_{11}=c_j$].

In order to determine functions φ_{00} and ψ_{00}, we have to solve the plane problem for an isotropic medium filling the region S, when the external stresses X_n and Y_n are given.

After we have found the functions φ_{00} and ψ_{00}, let us determine φ_{10} and ψ_{10}. Here again we have to solve the plane problem for an isotropic medium filling region S, the distribution of the given external stresses being determined by the form of the function φ_{00}. In order to determine the remaining functions, the plane problem for two other cases of distribution of external forces is to be solved.

In the same way is obtained an approximate solution of the plane problem when displacements on the boundary are given, if the principle vector of external forces for every contour L_j is equal to zero.

N. G. Chernyshevsky State University.
Saratov.

Received
28. II. 1941.

REFERENCES

[1] С. П. Лехницкий, Прикл. математика и механика, н. с., 1, вып. 1 (1937). [2] С. П. Лехницкий, l. c., 79. [3] Н. И. Мусхелишвили, Некоторые основные задачи математ. теории упругости, № 35 (1935). [4] Н. И. Мусхелишвили, l. c., № 34, 32. [5] Н. И. Мусхелишвили, l. c., № 41.

Translated by T. Rogalina.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

TECHNICAL PHYSICS

THE INFLUENCE OF HEAT-TREATING UPON THE RESULTS OF QUANTITATIVE SPECTRAL ANALYSIS OF ALUMINIUM ALLOYS

By A. R. STRIGANOV

(Communicated by S. I. Wawilow, Member of the Academy, 27. II. 1941)

1. Special experiments were set with the purpose to solve the problem whether the structure of aluminium alloys influenced the results of quantitative spectral analysis. First of all, special sample castings 5 mm in diameter, with spherical heads, were prepared of duralumin. These samples were divided into 4 sets with 5 pairs in each. Each of these sets was heat-treated according to plan. Spectral analyses for Mg, Mn, Fe and Si were made at the end of each stage. The analyses were made with the aid of a photomicrometer on three standards, each sample being photographed three times, after which the mean of three determinations was calculated. The spark was excited by means of the Feissnerovsky spark exciter*. Magnesium was determined from two pairs of lines, Mg 2852/Al 2652 and Mg 2791/Al 2568, each pair being analyzed independently of the other, after which the mean of two determinations was calculated; manganese was determined from the pair Mn 2593/Al 2568, iron—from Fe 2749/Al 2652, and silicon from Si 2516/Al 2652. In some of the experiments Zeiss' three-step reducer was used. In this case the same lines served for the estimation of iron and silicon, whereas the lines Mg 2791/Al 2816 and Mn 2933/Al 2816 were applied in determining the magnesium and manganese, respectively.

The first set of samples was used to find out the influence of ordinary storage of the fresh castings at room temperature. The experiment was performed as follows: the fresh castings were analyzed immediately and after storage indoors for 1 month, for 2 months, for three months and finally after homogenization and hardening.

With the second set of samples we studied the influence of natural ageing. The above five analyses were made in the order: fresh castings (first analysis)—homogenization and hardening (second analysis)—natural ageing indoors for one month (third analysis)—for two months (fourth analysis)—homogenization and hardening (fifth analysis).

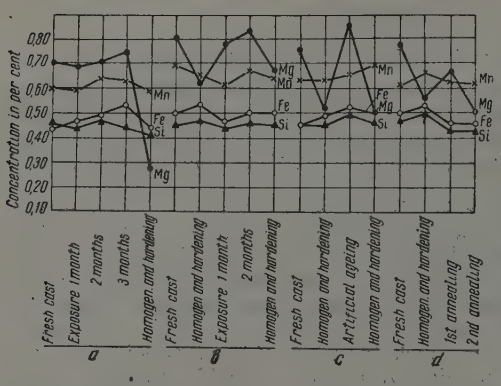
With the third set of samples we studied the influence of artificial ageing. The order of the experiment was: fresh castings (first analysis)—homogenization and hardening (second analysis) — first annealing (third analysis)—second annealing (fourth analysis).

* Conditions of exciting: 4th section of transformer, full capacity, $^1/_{10}$ of self-induction, roasting period 2 min., spark gap 2.5 mm; width of slit 0.04 mm; full intermediate diaphragm.

The fourth set of samples served for studying the influence of two successive annealings. The experiment was run as follows: fresh castings (first analysis)—homogenization and hardening (second analysis)—first annealing (third analysis)—second annealing (fourth analysis).

The thermal regimes were as follows. 1) Homogenization: heating in an air furnace; temperature, 490° C; duration, 20 hours. 2) Hardening: heating in a bath of saltpetre at 505° C; duration, 30 min.; quenching in water at 18° C. 3) Artificial ageing: heating in an oil bath at 150° C; duration, 12 hours. 4) First annealing: heating in an air furnace at 450° C for 3 hours, followed by slow cooling to 350° C at a rate of 30° per hour, after which the temperature is kept at 350° C for a period of six hours. 5) Second annealing: heating in an air furnace at 350° C for 30 min., followed by slow cooling to 220° C at a rate of 30° per hour, after which the temperature is kept at 220° for a period of 6 hours.

2. The results of studies of duralumin castings are given as an example in the form of curves in figure. Here percentage concentrations are plotted along the ordinate axis. Each point on these curves, being the mean of 15 analyses, represents the concentration of a given element in the vapour of the spark either directly after casting, or after heat-treating of some kind, or simply after storage indoors.



Such estimation of the results of our study as can be made on the basis of duralumin shows plainly, that the relative intensity of the lines of these elements (or their concentrations in the vapour cloud of the spark) is affected neither by heat-treating nor by storage. The individual deviations observed are, for these three elements, within the limits of experimental error. On the other hand, heat-treating and storage display a definite influence over the relative intensity of magnesium lines.

The experiment on exposing duralumin castings at room temperature (Fig. *a*) shows that the analyses for magnesium taken after storage for 1, 2 and 3 months coincide quite well with the analyses of the same samples freshly cast. Even if the relative intensity of the magnesium lines (or the concentration of magnesium in the vapour cloud of the spark) does tend to rise somewhat after storage of the samples, this increase is so insignificant, that it hardly exceeds the error limit of spectral analysis. Homogenization and hardening of the samples after 3 months' storage greatly decreases the relative intensity of magnesium lines, as can be seen from Fig. *a*.

Storage of the castings after homogenization and hardening, i. e. natural ageing, considerably increases the relative intensity of the magnesium lines (Fig. *b*). This phenomenon is especially outstanding during the first month of ageing. After two months' ageing the concentration of magnesium in the vapour cloud of the spark is close to that observed in fresh castings. Homogenization and hardening of the fresh castings, as well as a second homogenization and hardening after natural ageing (Fig. *b*) considerably decrease the relative intensity of magnesium lines again.

Upon artificial ageing the relative intensity of magnesium lines increases greatly (Fig. *c*). Homogenization and hardening greatly decrease the relative intensity of magnesium lines in this experiment also. Annealing after homogenization and hardening increases the relative intensity of magnesium lines considerably (Fig. *d*). However, in this case, unlike natural and artificial ageing, the concentration of magnesium in all our experiments does not reach the value observed for fresh castings. The second annealing gives no definite effect. Some of the experiments showed increase, others—decrease, but always within the limits of experimental error. Homogenization and hardening gave the same results.

Thus, it may be considered established that heat-treating does not affect the determination of Mn, Fe and Si by quantitative spectral analysis in alloys of the duralumin type. On the other hand, heat-treating displays high influence upon the results of quantitative spectral analysis for magnesium. For the latter case, our investigations have shown the following:

1) If fresh castings are simply stored indoors, the concentration of magnesium in the spark vapour cloud (or the relative intensity of magnesium lines), while displaying some tendency to rise, does so to such an insignificant extent, that for concentrations of magnesium up to 2.0% at least this increase can be neglected.

2) Homogenization followed by hardening greatly decreases the concentration of magnesium in the spark vapour cloud, irrespective of whether the samples are fresh castings, or have been stored preliminarily, or subjected to natural or artificial ageing.

3) Natural ageing of homogenized and hardened samples increases the magnesium concentration in the vapour cloud of the spark approximately up to the value observed for fresh castings. This increase is the most pronounced during the first month's ageing.

4) Artificial ageing of homogenized and hardened samples greatly increases the concentration of magnesium in the spark vapour up to approximately the concentration in fresh castings.

5) After the first annealing of the homogenized and hardened samples, the concentration of magnesium rises, but does not reach the value found for fresh castings. The second annealing does not give any definite changes in the composition of the vapours.

It should be noted, that all of these conclusions hold true for strained samples, as well as castings.

3. The observations described in this paper solve the problem of the influence of heat-treating upon the results of quantitative spectral analysis for the conditions under which our experiments were performed. At the same time they establish a definite relationship in the problem of the influence of the alloy's structure upon the relative intensity of its lines, or upon the composition of the vapour cloud in its spark.

Indeed, if our spectroscopic data are referred to the structural changes that take place as a result of the heat-treatment to which we put the samples, it may be concluded that the structure of the alloy has no effect at all upon the determination of Mn, Fe and Si in duralumin by means of quantitative spectral analysis. On the other hand, in determining magnesium the structure of the sample is of great importance. Thus, if the composition of the vapour cloud of a spark from two electrodes of heterogeneous structure (such structure shows characteristic relative intensities for lines of magnesium and aluminium), which contains intermetallic components, such as $CuAl_2$, Mg_2Si etc., along with its solid solution is taken as the standard, then the concentration of magnesium atoms in the vapour cloud of the spark from alloys of homogeneous structure, all (or almost all) of whose components are in solid solution,

is much lower. Ageing, upon which the solid solution decomposes, causes a great increase in the concentration of magnesium atoms. As a result of the first annealing and simple exposure, upon which intermetallic compounds precipitate from the solid solution, the magnesium content in the cloud of vapour also increases. Hence it may be concluded that heterogeneous samples (fresh castings, aged and annealed samples) give vapour clouds containing more magnesium than do those from homogeneous samples.

This conclusion about the concentration of magnesium in the vapour cloud of a spark being higher if the sample is heterogeneous was drawn from a comparison of the intensities of Al and Mg lines. It might have been assumed that the Mg lines were brighter than the Al lines in this sample, not because they had increased in intensity, but because the Al lines had become less intense. But such an assumption would lead to the contradictory deduction that the intensity of the Mn, Fe and Si lines should also increase, just as in the case of Mg lines.

These simple reasoning as well as the experiment show that the intensity of the Al lines and, therefore, the degree of saturation of the spark vapour cloud in aluminium atoms do not depend upon the structure of the alloy. Hence, we were right in concluding that the concentration of magnesium atoms in the vapour cloud was higher in heterogeneous samples*.

From solid solution, substances evaporate directly in the form of atoms, but upon vaporization from layers of intermetallic phases, they apparently evaporate in the form of individual molecules, which dissociate afterwards into atoms in the spark vapour cloud. In the first case it is the crystal lattice of the solid solution that is destroyed during vaporization; in the second case—the lattice of the respective compound. From our experiments it follows that magnesium evaporates more intensively when it is in the form of some intermetallic phase in duralumin than when it forms a solid solution with aluminium. Hence it may be concluded that the energy needed to destroy the lattice of a solid solution of magnesium in aluminium, is considerably greater than that needed to destroy the lattice of an intermetallic compound. Since in the case of intermetallic compounds energy is lost not only upon vaporization, but also upon dissociation of the molecules, it may apparently be concluded that the excess of energy necessary for the vaporization of a solid solution of Mg in Al is considerably greater than the energy of dissociation of the molecule Mg_2Si.

There are some conclusions to be drawn from this work which are of considerable practical import for spectral analysis. One cannot be indifferent to the state of the sample taken for spectral analysis. If, for instance, the standards are castings, samples with homogeneous structure will give reduced results for magnesium. Alloys which have undergone ageing or annealing after homogenization and hardening will give more accurate results. However, even in this case, an arbitrary error can be brought about by the conditions of heat-treating, which are not always identical.

Most of the experimental part of this work was done by B. J. Nekrassov and I. S. Chechin.

Received
27. II. 1941.

Translated by D. Soboloff.

---

* It should be noticed that, along with the influence of the structure of the alloy, quantitative determination of magnesium in duralumin might have been affected in our experiments also by the burning out of magnesium from the surface of the samples examined, which may have occurred in some cases of heat-treating. In the course of our present investigation we shall try and discriminate between these two phenomena.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

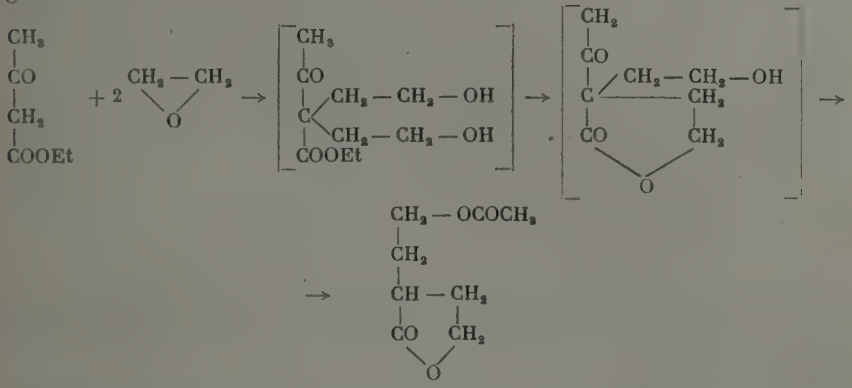
CHEMIE

ÜBER EINE NEUE REAKTION DES ÄTHYLENOXYDS (V). KONDENSATION DES ÄTHYLENOXYDS MIT CYCLISCHEN β-KETONESTERN

Von K. G. PACKENDORFF und F. F. MATSCHUS

(Vorgelegt von N. D. Zelinsky, Mitglied der Akademie, den 12. II. 1941)

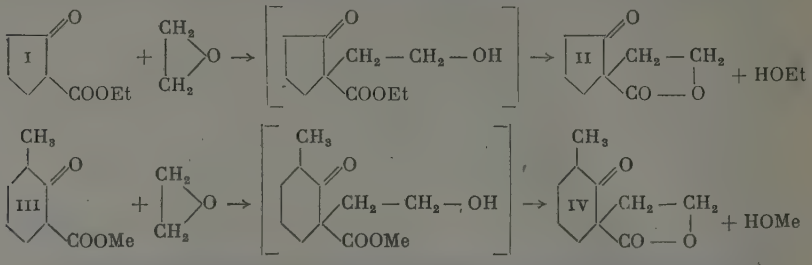
Unlängst konnten wir zeigen (1), dass bei der Wechselwirkung zwischen Äthylenoxyd und Acetessigester in Gegenwart von Piperidin, nicht das normal zu erwartende α-(β-Oxyäthyl)-α-Acetyl-Butyrolacton entsteht, sondern α-(β-Oxyäthyl)-Butyrolacton in Gestalt seines Acetats. Dieses wurde als Folge einer Acetylwanderung vom Kohlenstoffatom zum Hydroxylsauerstoff aufgefasst.



In der erwähnten Mitteilung wurde die Vermutung geäussert, dass die beschriebene Reaktion wahrscheinlich allen β-Ketonsäureestern in Gegenwart sekundärer Basen eigen ist.

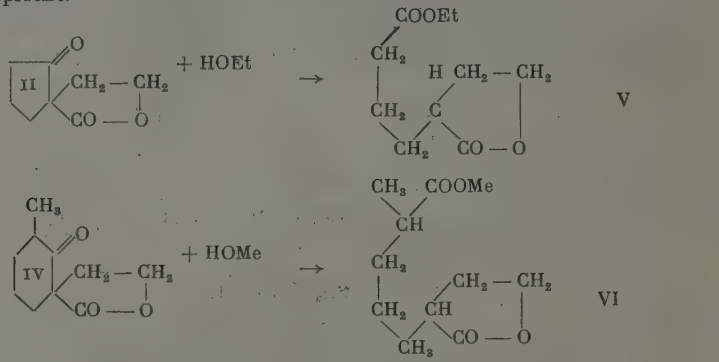
Um diese Vermutung, sowie das Verhalten anderer β-Ketonsäureester zu prüfen, stellten wir Versuche mit zwei cyclischen β-Ketonsäureestern, mit 2-Carbäthoxycyclopentanon und 2-Carbomethoxy-6-Methylcyclohexanon, an. Es ergab sich, dass beim Stehen bei Zimmertemperatur in Gegenwart von Äthylenoxyd und Piperidin beide Ester sich schnell verändern. Die Reaktionsprodukte stellen farb- und geruchlose ölige Flüssigkeiten dar. Das Ausbleiben einer Farbreaktion mit Ferrichlorid weist auf einen Ersatz des α-Wasserstoffatoms hin. Diese Substanzen reagieren weder mit Carbonylreagentien (*p*-Nitrophenylhydrazin), noch mit Phenylisocyanat, was auf das

Fehlen einer Carbonyl- bzw. Hydroxylgruppe hinweist. Diese Substanzen stellen also keinesfalls normale Umsetzungsprodukte der Ausgangsmaterialien dar, die nach folgendem Schema zu erwarten wären.



Offenbar, ist die Reaktion nicht im Stadium der pirocyclischen Lactone (II) und (IV) stehen geblieben, sondern hat darüber hinaus zu andersartigen Reaktionsprodukten geführt.

Die Bestimmung des Molekulargewichtes der Kondensationsprodukte von (I) und (III) mit Äthylenoxyd ergab die Werte 204 bzw. 217. Nimmt man an, dass der bei normalem Verlauf der Reaktion auftretende Alkohol eine Alkoholyse in α-β-Stellung hervorruft (analog dem Fall mit Acetessigester), so müssten Substanzen entstehen, deren Molekulargewicht den Grössen 200 bzw. 214 entspricht.



Die Titration ergab, dass in (V) und (VI) zwei Carboxylgruppen vorhanden sind. Die Methoxyl- bzw. Äthoxylbestimmung ergab Werte, die genau mit den für die beiden Verbindungen (V) und (VI) zu erwartenden Werten übereinstimmten.

Somit verhalten sich cyclische β-Ketonsäureester gegenüber Äthylenoxyd ebenso wie Acetessigester. Sie werden an Äthylenoxyd auf Kosten der beweglichen Wasserstoffatome angelagert. Jedoch tritt auch hierbei keines der auf Grund der Analogie mit Malonester zu erwartenden Produkte auf. Die Reaktion verläuft unter Alkoholyse, was eine Ringsprengung zur Folge hat.

Diese Ringsprengung wird anscheinend durch den in der ersten Phase der Reaktion auftretenden Alkohol verursacht. Letztere Annahme ist um so wahrscheinlicher, als unter den Reaktionsprodukten keine hydroxylhaltige Substanz auftritt ausser Alkohol. Somit wird die in Mitteilung (IV) geäusserte Ansicht, wonach die primären Reaktionsprodukte der Umsatzung zwischen β-Ketonsäureestern und Äthylenoxyd eine Alkoholyse erleiden (Säurespaltung!), durchaus plausibel.

Beschreibung der Versuche. Die Kondensation von 2-Carbäthoxy-cyclopentanon (15.6 g) bzw. von 2-Carbomethoxy-6-Methylcyclohexanon (18.6 g) mit Äthylenoxyd (je 5 g) in Gegenwart von Piperidin (je 1 g) wurde wie üblich in dickwandigen Fläschchen ausgeführt. In beiden Fällen wurde das Reaktionsgemisch im Laufe von 20 Tagen bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Während dieser Zeit war der Flascheninhalt bedeutend zähflüssiger geworden und zeigte eine dunkel-braune Färbung. In beiden Fällen wurde die Reaktionsmasse mit verdünnter Salzsäure von Piperidin befreit, die wässerige Schicht mit Äther ausgezogen und der ätherische Auszug mit dem abgeschiedenen Öl vereinigt. Nach dem Trocknen über Calciumchlorid wurde der Äther verjagt und der Rückstand im Vakuum (6 mm) fraktioniert.

Das Kondensationsprodukt des 2-Carbäthoxycyclopentanons mit Äthylenoxyd ergab folgende Fraktionen: I) 120—140° (1.3 g); II) 170—174° (11 g). Die zweite Fraktion wurde abermals destilliert und ergab einen Hauptlauf bei 172—174° (6 mm). Diese Substanz erwies sich als leichtbewegliches, farbloses Öl; $n_D^{16}=1.4595$. Mit *p*-Nitrophenylhydrazin, ebenso wie mit Phenylisocyanat konnten keine Derivate erhalten werden.

0.2873 g Subst. verbrauchten 21 cm³ 0.1 *N* NaOH (43.0% COOH)
$C_{10}H_{16}O_4$ ber. 21.7 cm³ 0.1 *N* NaOH (45.0% COOH)
6.545 bzw. 7.214 mg Subst. verbrauchten 16.5 bzw. 21.6 cm³ 0.01 *N* $Na_2S_2O_3$;
$C_{10}H_{16}O_4$ ber. 22.5% OC_2H_5; gef. 22.34 bzw. 22.81% OC_2H_5.
3.255 mg Subst. in 33.565 mg Campher ergaben eine Depression von 20°, 19°, 20°, 18°, 18°; im Mittel $\Delta = 19°$
$C_{10}H_{16}O_4$ ber. 200; gef. 204.2

Die Fraktionierung des Kondensationsproduktes von 2-Carbomethoxy-6-Methylcyclohexanon mit Äthylenoxyd ergab folgende Fraktionen: I) 50°—2.2 g; II) 50—70°—3 g; III) 170—175°—11 g (6 mm).

Die dritte Fraktion wurde abermals fraktioniert, wobei die bei 175° (6 mm) siedenden Anteile aufgefangen wurden; $n_D^{16}=1.4638$. Diese Substanz, ein bewegliches blass-gelbes Öl, gab ebenfalls keine Derivate, weder mit *p*-Nitrophenylhydrazin, noch mit Phenylisocyanat.

0.1630 g Subst. verbrauchten 15.2 cm³ 0.1 *N* NaOH (41.9% COOH)
$C_{11}H_{18}O_4$ ber. 15.5 cm³ 0.1 *N* NaOH (42.7% COOH)
5.455 bzw. 4.464 mg Subst. verbrauchten 15 bzw. 12 cm³ 0.01 *N* $Na_2S_2O_3$
$C_{11}H_{18}O_4$ ber. 14.15% OCH_3; gef. 14.22 bzw. 14.09% OCH_3
3.245 mg Subst. in 31.18 mg Campher ergaben Depressionen von 20, 18, 18, 19, 20°; im Mittel $\Delta = 19°$.
$C_{11}H_{18}O_4$ ber. 214; gef. 216.9.

Eingegangen
den 12. II. 1941.

ZITIERTE LITERATUR

[1] K. G. Packendorff und F. F. Matschus, C. R. Acad. Sci. URSS, XXIX, 578 (1940).

Übersetzt von Ludmila Packendorff.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

PHYSICAL CHEMISTRY

ON STRUCTURE DEVELOPMENT IN RUBBER SOLS UNDER THE ACTION OF ACTIVE FILLERS

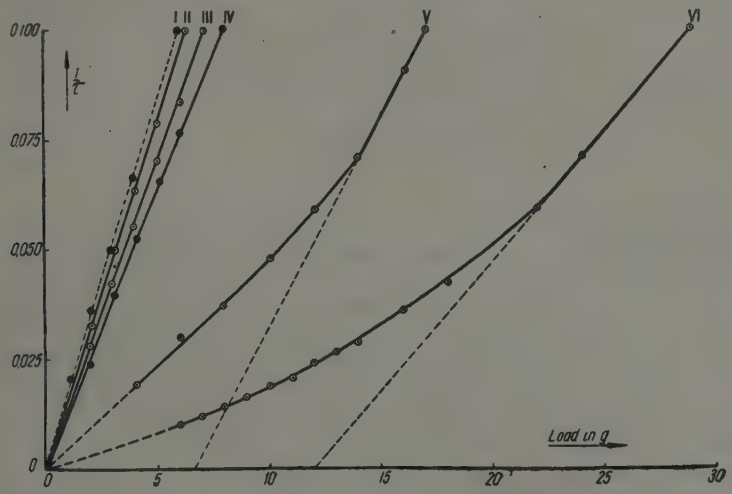
By P. REHBINDER, Corresponding Member of the Academy, G. A. AB and S. J. WEILER

1. Several investigators who have been studying the action of active fillers in rubber mixtures ([1], [2]) consider that such dispersed fillers make the rubber near the surface of the filler particles pass into a new state with improved mechanical properties. Le Blanc, Kröger and Kloz ([3]) and afterwards Stamberger ([4]), having established that natural rubber is rendered less soluble by the introduction of soot, set this phenomenon down to the adsorptional interaction between the rubber and soot particles. This adsorptional interaction was studied in connexion with the problem of the activity and activation of fillers by Rehbinder and Margaritow ([5], [6]). In their papers the fact that well-developed rubber solvate films on the surface of active filler particles showed improved mechanical properties was accounted for by a better developed colloidal structure and the orientated state of the chains in such films. This reduced the activation of fillers to the formation on their surface of a monomolecular orientated layer of adsorbed molecules of some surface-active substance, such as stearic acid, these molecules being fastened to the surfaces of the solid particles by their polar groups. The orientated hydrocarbon chains of the molecules of this adsorption layer, which point into the rubber phase, serve as the base whereon the rubber solvate film «grows», its thickness being quite considerable. Mention was also made in those papers of it being proved by Derjaguin ([7]) that sufficiently thin layers of even ordinary liquids attained quasi-solid properties (rigidity), when in the proximity of solid surfaces for which their wetting energy was fairly high. At this laboratory Trapeznikov ([8]) established by means of direct experiments that sufficiently thin rubber films on water (with thickness up to 200 Å) displayed improved Young moduli, owing probably to the orientation of the micellae.

2. In this work we studied the influence of active and inactive fillers upon the mechanical properties of the initially structureless rubber sols. This problem is especially interesting from the standpoint of establishing the mechanism of the action of fillers, since it may have been assumed that the introduction of active fillers to rubber mixtures would result in the appearance of structure in them and in the improvement of their mechanical properties, even when the percentage of volume occupied is small and the solvate films on the surfaces of the filler particles have not yet come into contact.

The object of study was sodium butadiene rubber in the form of a 10—11% sol in toluene, which is a Newtonian liquid, i. e. shows no structure. The filler studied was silica, the so-called «white soot», proposed by Bachmann (9) in 1931 as a reinforcing pigment for rubber mixtures.

The mechanical properties of structural (lyophilic) sols, the development of whose structure results in setting to a continuous gel, are characterized by at least two constants, according to Bingham (10)—the yield value θ and the structural (Bingham's) viscosity η'. These constants were measured in our case by means of a I apparatus with coaxial cylinders, invented by Volarovitch (11). The outer cylinder was rotated around the fixed inner one; the sol being studied was placed between them, its solvent being kept from evaporating by means of a special lock. The time τ of stationary rotation was measured for various loads P giving momenta of rotation, and thus it was possible



to plot the curve ($1/\tau$, P) and to calculate both of the Bingham constants (11) from experimental data or from the curve $1/\tau = f(P)$. Since sols of high concentration, and especially sols made structural by the addition of a filler, showed a tendency to ooze out and twist around the inner cylinder, the top of this cylinder had a funnel-shaped opening.

The results of our work (Fig. and Table 1) show, that even with a low percentage of volume occupied in the sol, beginning with 0.76%, active silica already brings about the formation of a well-defined continuous structure of high mechanical strength, which becomes manifest in a quite appreciable yield value (anomalous viscosity). This refers even to filler sample No. 1 which is the worst of all for improving the strength of rubber mixtures. As the percentage of volume occupied in the sol increases, i. e. as the concentration of the active filler rises, the yield value increases pronouncedly, while the structural viscosity, at which a sol with interrupted structure flows, rises but very little (Table 1).

It was further shown that inactive fillers of rubber mixtures which did not improve the mechanical properties of the latter in technological tests (data of the Institute of the Rubber Industry), formed no structure in rubber sols, even when 2—3% of the volume was occupied. This refers to very finely ground chalk, marshallite (quartz dust), feldspar (orthoclase) (Table 1). The dispersity of the inactive fillers which we used was of the same order

Table 1 (Figure)

Object of study	Sol 10% dry rubber in toluene	Sol 10% dry rubber in toluene with admixtures of fillers								
		Active silica (SiO_2) (sample No. 1)					Active SiO_2 (sample No. 4)	Chalk	Marshallite	Feldspar (orthoclase)
	curve I	curve V					curve VI	curve III	curve IV	curve II
Quantity of filler added in % of weight of dry rubber	0	10	20	40	60	100 200	60	100	60	60
% of volume occupied in the sol . . .	0	0.19	0.76	1.6	2.3	3.77.15	2.3	3.0	2.0	2.0
Yield value θ, dynes/cm² .	0	0	33	74	204	5331332	437	0	0	0
Structural viscosity η′, poises	27.5	41.2	41.7	50.4	45.2	47.7 76	75.7	32	36	27

as that of the active silica. Thus, for instance, the specific surface area of the feldspar (orthoclase), determined sedimentometrically, was 6000 cm^2/cm^3.

Our experimental data prove beyond doubt that continuous structure develops in rubber sols under the action of active fillers occupying very small percentages of the sol's volume. This gives grounds to think that besides transferring the rubber into the film-like state of solvate films, active fillers act besides as centres around which the continuous structural network forms in the rubber; this is apparently due to the orientation of the polymer chains under the action of the adsorption field of the active filler particles. The transfer of rubber into the state of solvate films has direct effect, when the percentage of volume occupied is considerably higher (when the films come into contact), which increases the reinforcing action still more. Here a certain analogy with structure formation in suspensions with non-colloidal dispersion media may be noted. In the case of elongated particles of tabular form, e. g. in aqueous suspensions of bentonite clays ([12]), structure of a high yield value is developed with a small percentage of volume occupied, because the particles form a continuous coagulational network by joining their ends and binding the dispersion medium in the meshes of the reticulate structure. In the cases studied by us in this work the filler particles were sufficiently symmetrical, and not drawn-out in shape, so that the network structure could form only from the long chains of the rubber polymers. The surfaces of the active filler particles could serve only as a base for the orientation of rubber molecules and micellae, i. e. the active filler particles were nuclei for structure formation.

Then we studied samples of «white soot» varying in their degrees of hydrophility, in specific surface areas, and in the strength of the vulcanized stocks filled by them (Table 2).

The dispersity of the filler, as the external specific surface area of its particles, was determined in an aqueous 0.2% suspension after the sedimentation method with the aid of Figurovsky's microbalance ([13]). The molecular nature of the surface of the filler particles—the hydrophility coefficient β ([14]) was estimated from the ratio of wetting heats of water (q_1) and toluene

(q_2); $\beta = \frac{q_1}{q_2}$. The value of β increases as the surface becomes more hydrophilic, i. e. as the energy of interaction between the surface and hydrocarbons of rubber decreases.

Table 2

Active Silica Taken in a Quantity of 60% to Weight of Rubber (2.33% of volume occupied)

System under study	Sol, 15% dry rubber	Sol + silica, samples			
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Yield value θ, dynes/cm²	200	758	881	1912	1850
Structural viscosity η′, poises . .	86.9	150	102	231	291
Tensile strength* of vulcanized stocks, kg/cm²	—	51	78	105	111
S_1, specific surface area of filler, cm²/cm³	—	6200	8280	7640	12900
β, hydrophility coefficient of filler	—	2.16	1.12	—	1.43

* Data of Research Institute of the Rubber Industry, Moscow.

From these data it may be concluded, that there exists a certain relationship between the yield value, i. e. the strength of the structural network formed in the sols, the molecular nature of the filler particles and the results of mechanical tests of rubber mixtures produced from sodium butadiene rubber. It has been established that active silica brings structure into sols prepared in solvents other than water and toluene (petroleum ether, chloroform).

The humidity of the silica greatly affects its capacity for structure formation; the more humid the silica, the less this capacity.

This work was done in contact with the Research Institute of the Rubber Industry. The autors express their gratitude to Prof. M. P. Volarovitch for some valuable suggestions.

Laboratory of Physical Chemistry of Dispersed Systems.
Institute of Colloid- and Electrochemistry,
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
6. III. 1941.

REFERENCES

[1] Spear, India Rubb. Rev., **24**, 60 (1924). [2] Blake, Journ. Eng. Chem., **20**, No. 10, 1084 (1928). [3] Le Blanc, Kröger, Kloz, Koll. Beih., **20**, 3 (1925). [4] Stamberger, Koll. ZS., **42**, 295 (1927). [5] П. А. Ребиндер и В. Б. Маргаритов, Журн. резин. пром., **12**, 991 (1935). [6] P. Rehbinder, Bull. Acad. Sci. URSS, ser. chim., No. 5, 639 (1936). [7] B. W. Derjaguin, ZS. f. Phys., **9**, 657 (1933). [8] A. A. Trapeznikov, C. R. Acad. Sci. URSS, XXII, No. 22 (1939). [9] Bachmann, Behre und Blankenstein, Koll. ZS., **56**, 334 (1931). [10] E. Bingham, Fluidity a. plasticity, London (1922). [11] М. П. Воларович и Д. Толстой, Журн. физич. хим., **4**, 815 (1933). [12] П. А. Ребиндер, Сб. «Вязкость жидкостей» (1941); Н. Н. Серб-Сербина, там же, и соотв. статьи в книге А. И. Цуринова и др. «Новое о глинах и глинистых растворах, применяемых в бурении на нефть» (1940); А. И. Рабинерсон, Проблемы коллоидной химии (монография) (1937). [13] Н. А. Фигуровский, Соврем. методы седиментометр. анализа (1939). [14] P. Rehbinder und L. M. Krajuschkina, ZS. phys. Chemie. A, **142**, 282 (1929).

Translated by D. Soboloff.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

PHYSICAL CHEMISTRY

ISOTHERM OF HETEROGENEOUS CATALYTIC REACTIONS CARRIED OUT UNDER FLOW METHOD CONDITIONS AND A NEW METHOD FOR DETERMINING THE RELATIVE ADSORPTION COEFFICIENTS

By A. L. LIBERMAN

(Communicated by N. D. Zelinsky, Member of the Academy, 4. III. 1941)

Investigation of the mechanism of adsorption of reaction components on the active centres of the catalyst is of great importance for the study of the mechanism of heterogeneous catalytic reactions. However, the study of adsorption of the reaction components of the total catalyst surface is incapable of solving the problem, since it cannot be said *a priori* that the mechanism of adsorption is the same on the active centres as on the rest of the surface. The solution of this problem may only be found in the study of reaction kinetics based on an equation connecting the reaction velocity with adsorption on reaction centres.

One of the first attempts to find a relation of this kind for the case of the flow system was the well known equation of A. A. Balandin [1] for the reaction isotherm, derived on the basis of Langmuir's equation:

$$\frac{dm}{dt} = k_1 \frac{a_1 (M - m)}{a_1 (M - m) + a_2 m + a_3 m} \tag{1}$$

or integrated

$$k = m \frac{M + \left(\frac{a_2}{a_1} + \frac{a_3}{a_1} - 1 \right) \frac{m}{2}}{M - \frac{m}{2}} \tag{1a}$$

where M is the number of molecules of the reactant, entering the tube per unit time; m is the number of molecules, reacting per unit time *; a_1, a_2, a_3 are the adsorption coefficients of the reactant and the reaction products; k_1 and k are constants proportional to reaction velocity and the rate of passage M.

This equation, though found to be extremely useful in the researches on dehydrogenation [2, 5, 6] and dehydration [3] of alcohols, could not, however, account for some of the phenomena observed during the investigation of this reaction. The change of the reaction velocity with the rate of passage, for instance, cannot possibly obey this equation, for, in order to simplify the deduction, the change of volume, which takes place during the reaction $A = B + C$, has been disregarded.

* M and m may, likewise, be expressed by the volumes of the vapours of the reaction components, as in the table.

An example of this kind has been cited in a recent paper ([4]) on the kinetics of dehydrogenation of secondary butyl alcohol. As shown in the paper, the volume of hydrogen evolved per unit time at various rates of passage of the alcohol did not satisfy the equation

$$k = \frac{mM}{M - \frac{m}{2}}. \qquad (1b)$$

This expression is obtained from (1a) upon the conditions $\frac{\alpha_3}{\alpha_1} \sim 0$ and $\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = 1$, where α_1, α_2, α_3 refer to alcohol, ketone and hydrogen, respectively. These figures for $\frac{\alpha_2}{\alpha_1}$ and $\frac{\alpha_3}{\alpha_1}$ have been obtained by Bork ([5]) for isopropyl alcohol, acetone and hydrogen by indirect method*. The existence of a disagreement ([4]) between equation (1b) and the experimental data on the dependence of the reaction velocity upon the rate of passage is also corroborated by the fact that k, as calculated from (1b), increases with increasing M (table, column 6).

In the previously mentioned article ([4]) an empirical equation

$$k' = \frac{mM}{M - 2m} \qquad (2)$$

was suggested for the computation of reaction velocity constants, which gave satisfactory results (table, column 7). No theoretical interpretation was advanced, however. In the present article the author in order to explain the above-mentioned phenomena has offered a new equation, likewise based on Langmuir's theory, in developing whereof the change, arising in the volume of the system from the growing number of molecules during the reaction $A = B + C$, has been taken into consideration. Our equation, in contrast with equation (1), permits to take into account the effect of the flow rate, and besides it may serve as the basis for an entirely novel method of determining the sum of the relative adsorption coefficients.

In the case under consideration a relation may be written for the adsorption-kinetical equilibrium, established in the flow system:

$$\frac{d\frac{m}{M+m}}{dt} = k' \frac{\alpha_1(M-m)}{\alpha_1(M-m) + \alpha_2 m + \alpha_3 m} \qquad (3)$$

where k' is the constant, proportional to the reaction velocity constant, but independent of the rate of passage; t is the time of contact and the remaining definitions are the same as in the case of equation (1). Therefore $\frac{m}{M+m}$ defines the molar concentration of any reaction product.

By introducing the definitions $\frac{\alpha_2}{\alpha_1} + \frac{\alpha_3}{\alpha_1} = \beta$ and $\frac{M-m}{M+m} = x$, we obtain

$$-\frac{dx}{dt} = 2k' \frac{x}{\left(1 - \frac{\beta}{2}\right)x + \frac{\beta}{2}}.$$

On integration this relation becomes

$$-2k't = \left(1 - \frac{\beta}{2}\right)x + \frac{\beta}{2}\ln x + C. \qquad (4)$$

* According to the conception advanced by Bork, these ratios should hold true for all the homologous series of secondary alcohols and ketones, respectively.

It may be easily demonstrated that, when the rate of passage M tends to become infinity, the respective relations are obtained:

$$\lim_{M\to\infty} t = 0; \quad \lim_{M\to\infty} m = \text{const}^*; \quad \lim_{M\to\infty} x = \lim_{M\to\infty} \frac{M-m}{M+m} = \lim_{M\to\infty} \frac{1-\frac{m}{M}}{1+\frac{m}{M}} = 1.$$

By substituting these into (4), we obtain

$$C = -\left(1-\frac{\beta}{2}\right) \tag{5}$$

or from (4) and (5)

$$k't = -\frac{\beta}{4}\ln\frac{M-m}{M+m} + \left(1-\frac{\beta}{2}\right)\frac{m}{M+m}. \tag{6}$$

The value $\ln\frac{M-m}{M+m}$ may be expressed as a series

$$\ln\frac{a}{b} = 2\left[\frac{a-b}{a+b} + \frac{1}{3}\frac{(a-b)^3}{(a+b)^3} + \frac{1}{5}\frac{(a-b)^5}{(a+b)^5} + \dots\right]$$

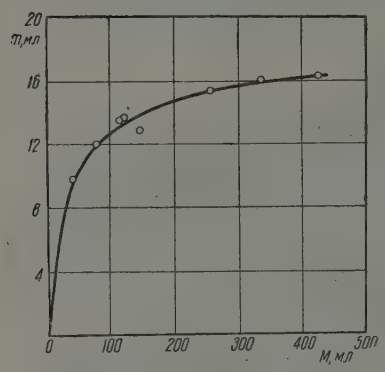


Fig. 1. Velocity of dehydrogenation of secondary butyl alcohol as dependent on rate of passage.

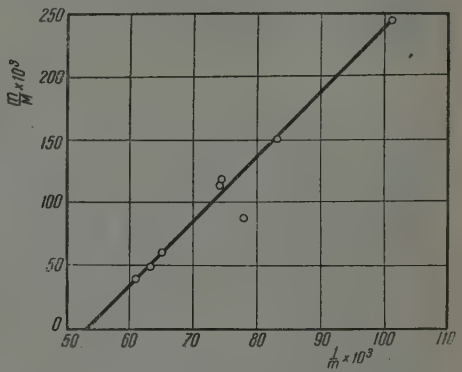


Fig. 2. Definition of β from equation $\frac{m}{M} = \frac{2k}{\beta}\frac{1}{m} - \frac{2}{\beta}$ for dehydrogenation of secondary butyl alcohol.

which converges in our case very rapidly affording a possibility of using only the first term of the series $\ln\frac{a}{b} = 2\frac{a-b}{a+b}$ or $\ln\frac{M-m}{M+m} = -2\frac{m}{M}$. The error arising hereby is inconsiderable, indeed, under the condition $\frac{m}{M} < 0.25$. The dependence of the resulting error, expressed in per cent, upon the ratio $\frac{m}{M}$ will be 10%, 3.75%, 2.1%, 1.4% and 0.34%, when $\frac{m}{M}$ is $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$ and $^1/_{10}$, respectively. It will be seen from the table and the above figures, that the maximum error, resulting from application of this simplification to the experimental data in the table, will not exceed 2%. Therefore equation (6) may with sufficient degree of accuracy be represented as

$$k't = \frac{\beta}{2}\frac{m}{M} + \left(1-\frac{\beta}{2}\right)\frac{m}{M+m}. \tag{7}$$

* This relation finds confirmation in Fig. 1 and the third column of the table. The value m approaches the value of the reaction velocity constant, when active centres become completely occupied by the molecules of the reactant. Any further growth of m is impossible without formation of the second adsorption layer, i. e. without opposing Langmuir's equation.

When the length of the catalyst layer is very small, the time of contact t may be defined as inversely proportional to the number of molecules passing over the catalyst per unit time, i. e. $t = \frac{k''}{M + m}$. By substituting this relation into equation (7) and by defining $k'k'' = k$, we shall obtain after rearrangement

$$k = m \frac{M + \frac{\beta}{2} m}{M} . \qquad (8)$$

Computation of the true reaction velocity constant is made possible by this equation under the condition that we know the value of β. *The method of determining* β *follows immediately from equation* (8). Indeed, by some simple rearrangements we obtain from equation (8):

$$\frac{m}{M} = \frac{2k}{\beta} \frac{1}{m} - \frac{2}{\beta} . \qquad (9)$$

This relation, if true, should give a straight line, when $\frac{m}{M}$ is plotted against $\frac{1}{m}$. From the slope of the line and from the point of intersection with the ordinate k and β may be computed.

In other words, *if a series of kinetic runs is carried out, the rate at which the reaction products are formed being measured at constant temperature in a flow system with a short layer of the catalyst, the rate of passage being maintained constant in each individual run, but changed from one run to the other, then, by substituting the resulting data into equation* (9) *and plotting them on a graph, we may find* β *for the given reaction.* It may be seen from Fig. 2 that equation (9) is very well satisfied by the data for secondary butyl alcohol* given in the table. With that the values $\beta = 7.4$ and $k = 18.94$ are found. As seen from the table, the constants k computed from equation (9) are in better agreement than those from equation (2).

Run No.	M, ml	m, ml	$\frac{1}{m}$	$\frac{m}{M}$	k from eq. (1b)	k' from eq. (2)	k from eq. (9)
39	40.75	9.93	0.101	0.244	11.3	19.50	19.02
32	80.52	12.07	0.083	0.150	13.2	17.24	18.86
30	117.12	13.48	0.0743	0.115	14.3	17.51	19.29
31	119.56	13.57	0.0740	0.113	14.5	17.75	19.32
37	148.84	12.90	0.078	0.087	13.6	15.60	17.10
33	258.64	15.30	0.065	0.059	15.8	17.35	18.69
34	336.72	15.94	0.063	0.047	16.3	17.61	18.75
38	431.88	16.32	0.061	0.038	16.6	17.65	18.65
					Mean	17.60	18.71

Assuming that β remains constant at other temperatures**, we have computed k for the runs communicated earlier which were carried out at various temperatures with secondary butyl alcohol ([4]). By substituting the resulting values for k into the equation of Arrhenius, we have obtained the heats of activation for this reaction. For two series of runs carried out under the same conditions with two preparations of copper, reduced from its oxide by hydrogen,

* The description of the cited experiments in detail has been communicated earlier ([4]). It should be noted, that all the runs cited here have been carried out with a short layer of the catalyst, as required by the condition on which (7) is converted into (8).

** This assumption requires experimental checking, although it is to a certain degree confirmed in a paper by Bork ([6]).

we obtained 10870 and 10970 cal./mole, the mean value being 10920 cal./mole (Fig. 3).

From all this the following conclusions may be drawn: 1) Since the experimental data are in good agreement with equation (9), it is very probable that the adsorption of secondary butyl alcohol, methylethylketone and hydrogen on active centres of copper catalyst obeys the Langmuir's equation. 2) The new method of determining β brought forward by the author is considerably simpler experimentally than the method advanced by Balandin (7), which is based on preparing mixtures of the reactant with one of the reaction products and passing them over the catalyst. This operation leads in some cases to irreversible poisoning of the catalyst; besides, the mixtures according to Balandin's method must be passed over the catalyst at specific scrupulously precise rates, dependent on the composition of the mixtures. In our method these operations with such mixtures are unnecessary, and the reactant is passed at arbitrary rates, which is much more convenient.

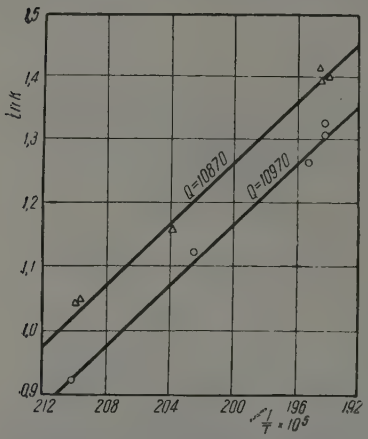


Fig. 3. Dehydrogenation of secondary butyl alcohol. Temperature coefficient curves plotted according to Arrhenius' equation.

In conclusion it should be mentioned that the value of $\beta = 7.4$ obtained by the author for secondary butyl alcohol is in disagreement with the value of $\beta = 1$ obtained by Bork for isopropyl alcohol and its dehydrogenation products; this fact in itself deserves to be taken into consideration.

Institute of Organic Chemistry.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
7. III. 1941.

REFERENCES

[1] A. Balandin, ZS. physik. Chem., (B), **2**, 292 (1929). [2] A. Bork und A. Balandin, ibid., (B), **33**, 54, 73, 435 (1936); A. Bork und M. I. Darykina, Acta Physicochimica URSS, **6**, 375 (1936). [3] A. Bork und A. Tolstopjatowa, ibid., **8**, 577, 591, 697 (1938). [4] A. A. Balandin and A. L. Liberman, C. R. Acad. Sci. URSS, XXVIII, 796 (1940). [5] A. Bork, Acta Physicochimica URSS, **9**, 698 (1938). [6] A. Bork, ibid., **7**, 745 (1937). [7] A. Balandin, ZS. physik. Chem., (B), **19**, 451 (1932); A. Bork und A. Balandin, ibid., **33**, 54 (1936).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

PHYSIKALISCHE CHEMIE

ANWENDUNG KÜNSTLICHER RADIOELEMENTE ZUR KLÄRUNG EINIGER FRAGEN DER KOMPLEXCHEMIE

Von A. A. GRÜNBERG und P. M. FILINOW

(Vorgelegt von V. G. Chlopin, Mitglied der Akademie, den 31. I. 1941)

In einer früher ausgeführten Arbeit (1) konnten wir zeigen, dass die am Pt^{++} und Pt^{4+} koordinierten Bromionen sich gegen die Bromionen des umgebenden Mediums ziemlich leicht austauschen. Dabei konnte bewiesen werden, dass in $[PtBr_4]^{--}$ alle vier und in $[PtBr_6]^{--}$ alle sechs Bromionen zum Austausch befähigt sind.

Den weiteren Untersuchungen bleibt es vorbehalten zu klären, ob diese Austauschfähigkeit auch für andere koordinierte Anionen charakteristisch ist. Diesbezügliche Versuche sind gegenwärtig im Gange. In bezug auf die aufgeworfene Frage bieten die neuerdings von Long (2) erhaltenen Resultate bedeutendes Interesse. Long konnte zeigen, dass die Oxalatogruppen der komplexen Trioxalatochromiaten zum Austausch sehr wenig befähigt sind. Ob diese eigenartige Erscheinung auf den Ringschluss zurückzuführen ist, bleibt vorläufig unklar.

In der vorliegenden Arbeit haben wir versucht zu prüfen, ob die Zentralionen der festen Komplexkerne zum Austausch befähigt seien. *A priori* schien eine solche Erscheinung wenig wahrscheinlich. Die Versuche von Segré, der den Phosphor-Austausch zwischen $NaNH_4HPO_4$ und H_3PO_2 beobachten wollte, haben zu einem negativen Ergebnis geführt (3).

Da aber die Bindungsart der Halogene in den Komplexen vom Typus $[PtX_6]^{--}$ bzw. $[IrX_6]^{---}$ sich im Vergleich mit derselben in den Objekten von Segré der heteropolaren doch näher steht, war es von Interesse, die entsprechenden Austausch-Versuche anzustellen.

Um einwandfreie Resultate zu erzielen, war es von grosser Wichtigkeit, die Versuchsbedingungen so zu wählen, dass die eventuellen Vortäuschungen ausgeschaltet seien. Unsere Untersuchungen über die Zusammenwirkung der Komplexverbindungen des zwei- und vierwertigen Platins zeigten, dass dabei stets ein Anionenaustausch zustandekommt. Nehmen wir z. B. ein aus inaktivem $K_2[PtBr_4]$ und aktivem $K_2[Pt^*Br_6]$ (aktiv ist dabei das Platin) bestehendes System und trennen wir in irgendwelcher Weise die Ionen $[PtBr_4]^{--}$ und $[PtBr_6]^{--}$, so lässt sich aus der Tatsache, dass die Aktivität in beiden Fraktionen vorhanden ist, keineswegs der Schluss ziehen, dass nähmlich ein Zentralionenaustausch stattgefunden hat. Die Verteilung der Aktivität auf die beiden Ionenarten ist in diesem Falle bloss durch den Bromaustausch nach der Gleichung:

$$[PtBr_4]^{--} + [Pt^*Br_6] \rightleftarrows [Pt^*Br_6]^{--} + [PtBr_4]^{--}$$

verursacht. Das Ausgangsbromoplatinit verwandelt sich dabei in das Platinat und umgekehrt. Zur Beseitigung derartiger Schwierigkeiten verfuhren wir in folgender Weise: metallisches Platin wurde mit langsamen

Neutronen am Cyclotron des Radiuminstituts der Akademie der Wissenschaften behandelt. Das auf diese Weise erhaltene aktive Platin mit der Halbwertszeit von ungefähr einer Stunde wurde im Königwasser aufgelöst und in Form eines platinaktiven $(NH_4)_2[PtCl_6]$ abgeschieden. Dieses Chloroplatinat wurde in Wasser gelöst. Aus dieser Lösung wurde das inaktive cis-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ umkristallisiert. Nach dieser Operation wurde sowohl die Aktivität des aus der Lösung ausgeschiedenen cis-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$, wie auch die Aktivität des in Form von $Ag_2[PtCl_6]$ niedergeschlagenen Chloroplatinats gemessen. Es seien die Ergebnisse eines Versuchs angeführt.

2 Einwagen des Platins (zu 0.1 g) wurden während einiger Stunden am Cyclotron «neutroniert». Eine dieser Einwagen wurde zur Kontrolle aufbewahrt, die andere wurde in Königwasser gelöst. Dabei wurde 0.14 g $(NH_4)_2[PtCl_6]$ erhalten; 0.07 g wurden in 20 cm^3 Wasser aufgelöst. Aus dieser Lösung wurde 0.1 g cis-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ umkristallisiert. Die Mutterlauge wurde mit $AgNO_3$ behandelt. Ausfällung von Ag_2PtCl_6. Die Messungsergebnisse: 0.1 g Pt (Kontrolleinwage) ergab nach 8 Min. 57 Imp., nach 125 Min. 15 Imp.; Ag_2PtCl_6 (aus der Mutterlauge) nach 135 Min. 6 Imp.; cis-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ nach 135 Min. 0 Imp.

Auf Grund der Messungsergebnisse kann man schliessen, dass die Aktivität im Platinat geblieben ist. Hätte ein Zentralionenaustausch stattgefunden, so müsste der Hauptteil der Aktivität in cis-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ übergehen, da 0.07 g $(NH_4)_2[PtCl_6]$ 0.028 g Pt enthalten, während 0.1 g cis-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$0.052 g Pt enthält. Die summare Aktivität von Ag_2PtCl_6 und cis-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ soll derselben der Kontrolleinwage unter Berücksichtigung der entsprechenden Korrektion gleich sein. Die Notwendigkeit der Korrektion ist dadurch ersichtlich, dass der Metallgehalt der Kontrolleinwage und der beiden genannten Präparate verschieden ist. In der Kontrolleinwage soll die Aktivität im Verhältnis

$$\frac{0.1}{0.07 \cdot \frac{40}{100}} = 3.6 \text{ Mal grösser sein.}$$

Tatsächlich haben wir in der Kontrolleinwage 15 Imp., während die summare Aktivität von Ag_2PtCl_6 und cis-$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ 6 Imp. beträgt. Somit sprechen die Resultate der von uns durchgeführten Versuche gegen die Annahme des Austausches der Zentralionen zwischen $[PtCl_6]^{--}$ und $[Pt(NH_3)_2Cl_4]^0$.

Es soll bemerkt werden, dass falls wir nicht metallisches Platin, sondern $(NH_4)_2[PtCl_6]$ mit Neutronen bestrahlen, so wird das aktivierte Platin wahrscheinlich in Form eines kolloidalen Metalls erhalten, welches leicht durch verschiedenartige Niederschläge adsorbiert wird. Da die Aktivität der Platinpräparate sehr gering ist, und da es sehr schwierig ist mit einer so kurzlebigen Aktivität zu experimentieren, haben wir beschlossen, analoge Versuche mit Iridiumverbindungen zu wiederholen. Die vorläufigen Versuche haben gezeigt, dass die Bestrahlung des Iridiums mit langsamen Neutronen zu hoch-aktiven Präparaten führt. Die Halbwertszeit ist dabei von der Grössenordnung 24 Stunden. Die genau bestimmte Halbwertszeit des Iridiums beträgt nach den Literaturangaben 19 Stunden.

Die Aktivität von 0.07 g $(NH_4)_2IrCl_6$ nach einer Bestrahlung am Cyclotron während einer Stunde betrug 254 Imp./Min. Nach 24 Stunden betrug die Aktivität 130 Imp./Min.

Wir haben nach folgendem Schema gearbeitet: ca 0.25 g $(NH_4)_2[IrCl_6]$ wurden bis zur völligen Zersetzung des Komplexes an der Luft geglüht. Das so erhaltene metallische Iridium, welches mit Iridiumoxyden gemengt war

(0.1182 g), wurde im Paraffinblock am Cyclotron während einigen Stunden mit langsamen Neutronen behandelt. Nachdem die Bestrahlung beendet war, betrug die Aktivität dieses Präparats 867 Imp./Min. Das Präparat wurde durch das Schmelzen mit einer zehnfachen Gewichtsmenge BaO_2 und nachherige Behandlung mit HCl in Lösung gebracht.

Nach der Abtrennung des Bariums in Form von $BaSO_4$ wurde das Iridium in üblicher Weise als $(NH_4)_2\,[IrCl_6]$ niedergeschlagen. Die Ausbeute von $(NH_4)_2\,[IrCl_6]$ betrug 0.134 g. Diese Menge wurde in zwei gleiche Einwagen geteilt. Die eine wurde als Kontrolleinwage verwendet, die andere (0.067 g) wurde in 30 cm^3 Wasser aufgelöst und mit 0.135 g $[IrPy_2Cl_4]$ versetzt. $[IrPy_2Cl_4]$ wurde durch das vorsichtige Hinzufügen des Mohr'schen Salzes in Lösung übergeführt, und darauf wurde die Lösung während 1.5 Stunden intensiv gekocht. Nach dem Ende dieser Operation wurde die Hauptmenge von $[IrPy_2Cl_4]$ durch das Zufügen von $KMnO_4$ und HCl wieder niedergeschlagen (dabei wurden 0.0912 g $[IrPy_2Cl_4]$ erhalten).

Die Mutterlauge wurde ins Trockne eingedampft. Darauf wurden Aktivitätsmessungen an folgenden Objekten durchgeführt: a) die Kontrolleinwage von $(NH_4)_2\,[IrCl_6]$, b) das ausgeschiedene $[IrPy_2Cl_4]$, c) der Rückstand nach der Verdampfung der Mutterlauge. Die Messungsergebnisse sind die folgenden: a) die Aktivität der Kontrolleinwage $(NH_4)_2\,[IrCl_6]$—389 Imp./Min.; b) von $[IrPy_2Cl_4]$ (0.0912 g)—1 Imp./Min.; c) des Rückstands—378 Imp./Min.

Die erhaltenen Resultate zeigen mit voller Deutlichkeit, dass die Zentralionen von $[IrCl_6]^{--}$ und $[IrPy_2Cl_4]$, sowie von $[IrCl_6]^{---}$ und $[IrPy_2Cl_4]^-$, praktisch unaustauschbar sind.

Derartige «Unaustauschbarkeit» der Zentralionen scheint ganz natürlich vom Standpunkte der allgemeinen Lehre über die Komplexverbindungen. Das entgegengesetzte Resultat würde mit einigen längst bekannten Tatsachen, z. B. mit der Konfigurationserhaltung der gelösten geometrisch-isomeren Verbindungen des Platins und Iridiums, schwer vereinbar sein. Wir glauben aber, dass im Falle weniger stabiler Komplexkerne ein derartiger Zentralionenaustausch experimentell feststellbar sein wird. Vorläufig können wir mitteilen, dass es uns gelungen ist einen solchen Austausch am Beispiel des Systems $[Cu(NH_2CH_2COO)_2]$—Cu^*SO_4 tatsächlich zu beobachten.

Zum Schluss wollen wir einige vorläufige Beobachtungen, die vom analytischen Standpunkte interessant sein können, mitteilen. Die Radioisotope des Platins und des Iridiums, die unter dem Einfluss langsamer Neutronen entstehen, unterscheiden sich sehr stark in bezug auf die Aktivität, und dieser Umstand ergiebt die Möglichkeit Iridiumbeimengungen in reinem Platin zu entdecken. Es wurden 0.2 g Platin und 0.2 g Pt+1% Ir parallel unter gleichen Bedingungen bestrahlt. Die Aktivitätsmessungen wurden praktisch gleichzeitig durchgeführt. Sie ergaben folgende Werte: reines Pt—20 Imp./Min., Pt+1% Ir—90 Imp./Min.

Wir halten es für eine angenehme Pflicht dem Vorstand des Radiuminstituts, Akademiker V. G. Chlopin, sowie M. A. Passwik-Chlopina und M. A. Rostowa auch an dieser Stelle für das freundlichste Entgegenkommen beim Ausführen dieser Untersuchung unsern besten Dank auszusprechen.

Medizinisches Institut I. P. Pawlow.
Radiuminstitut der Akademie
der Wissenshaften der UdSSR.
Leningrad.

Eingegangen
den 3. II. 1941.

ZITIERTE LITERATUR

[1] A. Grünberg und P. Filinow, C. R. Acad. Sci. URSS, XXIII, 918 (1939); Усп. химии, IX, 771 (1940). [2] F. Long, J. Amer. Chem. Soc., **61**, 570 (1939). [3] Segré et Perrier, Ricerca Sci., **9**, 638 (1938).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

TECHNISCHE CHEMIE

ÜBER DAS TOTPRESSEN VON KNALLQUECKSILBER

Von K. K. ANDREEW

(Vorgelegt von A. A. Skotschinsky, Mitglied der Akademie, den 20. II. 1941)

Das Knallquecksilber ist ein Initialsprengstoff. Eingepresst in die Hülse einer Sprengkapsel, detoniert es sogar in der Menge von nur einigen Zehntel Gramm bei Flammenzündung z. B. durch Bickfordsche Zündschnur. Jedoch wird Detonation nur in dem Falle beobachtet, wenn der Pressdruck nicht zu hoch ist; bei hohen Pressdrucken wird das Knallquecksilber (ebenso wie auch manche andere Initialsprengstoffe) totgepresst, d. h. es verliert nach den Literaturhinweisen (1) die Fähigkeit bei Flammenzündung zu detonieren.

Diese Fähigkeit der Initialsprengstoffe, zum Unterschied von den sekundären, bei Flammenwirkung zu detonieren, sowie die Erscheinung des Totpressens wurden in einigen Arbeiten behandelt, die jedoch keine endgültige Klärung der Frage brachten. So konnte bei einer von Muraour (2) gemachten Zusammenstellung der physikalischen und thermochemischen Charakteristiken einer Reihe von primären und sekundären Sprengstoffen kein bestimmter Unterschied zwischen beiden Gruppen festgestellt werden. Verfasser (3) wies darauf hin, dass die Aktivierungsenergien der in dieser Hinsicht untersuchten Initiatoren viel niedriger sind, als diejenigen der Sekundärsprengstoffe, während die Detonationsenergien nahezu gleich sind. Ausserdem ist es anzunehmen, dass die Zersetzung der Moleküle der Initialsprengstoffe bei thermischer Aktivierung tiefgehender ist, als diejenige der Sekundärsprengstoffe. Diese beiden Faktoren begünstigen im Falle der Initialsprengstoffe die Fortpflanzungsfähigkeit der Reaktion.

Diese Vorstellungen sind im allgemeinen wohl berechtigt. Sie geben aber weder dem Unterschied zwischen Verbrennung und Detonation, noch dem Phänomen des Totpressens eine direkte Erklärung. Für dies letzteres wurden daher gewisse spezielle Annahmen (4) vorgeschlagen (Abbruch der Reaktionsketten des explosiven Zerfalls an der Kristalloberfläche).

Jedoch erlauben neue experimentelle Beobachtungen (5) betreffend den Übergang der Verbrennung in Detonation, insbesondere aber die Feststellung des Totpressens auch bei Sekundärsprengstoffen, die Frage von einem allgemeineren Standpunkt aus zu behandeln, indem nicht nur das Verhalten der Verbrennungsprodukte in den interkristallinen Zwischenräumen, sondern auch die Möglichkeit des Eindringens dieser Produkte in den brennenden Sprengstoff hinein in Betracht gezogen werden.

Von diesem Standpunkte aus besteht der Hauptunterschied zwischen Initial- und Sekundärsprengstoffen in der Grössenordnung der Verbrennungsgeschwindigkeit, welche die Entstehung einer gasodynamischen Drucksteigerung in der Verbrennungsfront bedingt. Bei Verbrennung der Sekundärsprengstoffe unter geringen Drucken entsteht, infolge kleiner Verbrennungsgeschwindigkeit, praktisch keine Drucksteigerung. Der Übergang von Verbrennung zur Detonation lässt sich erst bei Verbrennung unter erhöhtem Druck beobachten, wenn die Verbrennungsgeschwindigkeit bedeutend grösser wird. Die Entstehung der Detonation wird durch die geringe Dichte des

Pulvers begünstigt, welche die Verbrennung beschleunigt infolge des Eindringens heisser Gase zwischen die Sprengstoffteilchen.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass bei Berücksichtigung der Drucksteigerung in der Verbrennungsfront der prinzipielle Unterschied, welcher allgemein zwischen Verbrennung und Detonation angenommen wird, beseitigt werden kann, indem man sich letztere als Verbrennung vorstellt, die mit der höchstmöglichen gasodynamischen Drucksteigerung in der Front vor sich geht, welche die Reaktionsgeschwindigkeit der explosiven Zersetzung ermöglicht. Ebenso kann man sich den Übergang der Verbrennung in Detonation als allmähliche (aber nicht unbedingt gleichmässige) gasodynamische Steigerung des Druckes in der Front bis zu dem Höchstwert, welcher der Detonation entspricht, vorstellen.

Bei Initialsprengstoffen ist die Verbrennungsgeschwindigkeit sogar unter atmosphärischem Druck so gross, dass die wachsende Drucksteigerung in der Front den Vorgang zur Detonation beschleunigt. Bei verhältnismässig langsam brennenden Initialsprengstoffen, wie z. B. Knallquecksilber, wird ein schneller Übergang von Verbrennung zur Detonation nur bei nicht allzu hoher Dichte beobachtet; andernfalls erweisen sich solche Stoffe als totgepresst.

Der quantitative Unterschied zwischen den Verbrennungsgeschwindigkeiten beider Sprengstoffklassen ist auf die obenangeführte Gründe zurückzuführen, d. h. auf die geringere Aktivierungsenergie der Initialsprengstoffe und die tiefgehendere Zersetzung ihrer Moleküle bei thermischer Aktivierung, die einen grösseren thermischen Effekt der Primärreaktion ergibt. Diese Erklärung befindet sich in Übereinstimmung mit der von Muraour ([7]) festgestellten Tatsache, dass Initialsprengstoffe zum Unterschied von sekundären im Vakuum brennen.

Von dem entwickelten Standpunkte aus kann das Totpressen der Sprengstoffe durch die Verringerung der Zwischenräume zwischen den einzelnen Teilchen erklärt werden, die das zu ihrer Entzündung führende Eindringen der heissen Gase zwischen die Kristalle erschwert. Ist dies der Fall, so kann offenbar der Einfluss des Totpressens durch Steigerung der Verbrennungsgeschwindigkeit auf irgendwelchem Wege ausgeglichen werden. Auf diese Weise ist wahrscheinlich die Tatsache zu deuten, dass totgepresstes Knallquecksilber, bei höheren Temperaturen gezündet, detoniert ([4]). Die Steigerung der Verbrennungsgeschwindigkeit kann auch durch den erhöhten Druck, unter dem die Verbrennung stattfindet, erreicht werden, und in diesem Falle ist Detonation des totgepressten Stoffes zu erwarten. Die von uns ausgeführten Versuche bestätigten diesen Schluss. Das Knallquecksilber (1 g) eingepresst unter 5000 kg/cm² Druck in die Hülse einer Sprengkapsel ohne Innenhütchen, wurde in einem durch Bleimembran geschlossenen Eisenrohr gezündet. Im Rohr befand sich eine geringe Ladung rauchlosen Pulvers, dessen Verbrennung zum Moment der Entzündung des Knallquecksilbers einen erhöhten Druck ergab. Die Sprengkapsel war hierbei zu $^2/_3$ in Wasser versenkt, um die Möglichkeit einer Vorerwärmung des Knallquecksilbers durch Verbrennungsprodukte des Pulvers oder der Zündschnur zu vermeiden.

Bei dem ersten Versuch, bei welchem das Membran (Ausrissdruck 65 kg/cm²) nur verbogen, jedoch nicht herausgerissen wurde, brannte das Knallquecksilber ab, wobei die Hülse unversehrt blieb, ebenso wie bei einem Versuch im offenen Rohre. Beim dritten und vierten Versuch mit grösserer Pulverladung und dicker Stahlplatte ($\sim$ 500 kg/cm²) explodierte das Knallquecksilber mit entsprechendem Abdruck auf der Bleiplatte. Dies weist darauf hin, dass die Entstehung der Detonation bei einem Drucke vor sich ging, welcher 500 kg/cm² nicht überstieg.

Bei der Durchführung dieser Versuche wurden einige beachtenswerte Beobachtungen über das Verhalten des totgepressten Knallquecksilbers gemacht.

So gibt z. B. unter den üblichen Bedingungen der Bleiplattenprobe eine Sprengkapsel mit Ladung von 3 g weissen Knallquecksilbers schon bei 1000 kg/cm² Pressdruck auf der Platte nur einen schwachen Abdruck des Bodens trotz lauten Knalls. Wenn jedoch die Kapsel an einer Messingstange ($d = 5$ mm) festgebunden, oder in ein Loch im Korkpropfen gesteckt, oder nur frei in ein offenes Eisenrohr ($d = 40$ mm) gestellt wird, so wird die Platte bei dem Versuch durchgeschlagen. Man könnte annehmen, dass die Entstehung der Detonation des Knallquecksilbers von der Umhüllung abhängt, wobei sogar eine Messingstange oder ein Korkpropfen genügt, um die Detonation einer 3-g-Ladung hervorzurufen. Es scheint immerhin, dass eine andere Erklärung richtiger ist, und zwar, dass die Detonation des Knallquecksilbers in allen Versuchen entstand, jedoch nicht sofort, sondern erst nach einer gewissen Verbrennungszeit, während welcher die Kapsel bei der gewöhnlichen Ausführung der Probe durch die brennenden Gase von der Platte hinweg geworfen wurde. Hierfür spricht die Tatsache, dass eine an der Schmalseite einer 2 mm dicken Eisenplatte oder sogar nur an einem Blatt Blech befestigte Sprengkapsel doch die Bleiplatte durchschlägt. Eine Wirkung auf die Bleiplatte wird auch dann beobachtet, wenn die Kapsel nur mit Draht befestigt ist. Demnach scheint die Wirkung des Korkens, der Stange usw. hauptsächlich darin zu bestehen, dass sie das Wegstossen der Kapsel während der der Detonation vorangehenden Verbrennung verhindern. Das Vorhandensein einer Vorperiode wird auch dadurch bestätigt, dass der Abdruck auf der Stange bei totgepresstem Knallquecksilber mit wachsendem Pressdruck kürzer wird. Noch überzeugender ist die Tatsache, dass Kapseln mit Ladung von 1 g, gepresst bei 1000 kg/cm², weder nach der Bleiplattenprobe, noch bei Prüfung der Wirkung auf Tetryl-Presskörper Detonation ergeben, hingegen Kapseln mit 3 g Ladung unter denselben Bedingungen diese Wirkung zeigen. Es scheint demgemäss, dass das Phänomen des Totpressens nicht in dem Verlust der Detonationsfähigkeit des Knallquecksilbers bei Zündung mit Zündschnur, wie dies allgemein angenommen wird, besteht. Diese Schlussfolgerung entstand bei den Versuchen mit den in der Praxis in kombinierten Sprengkapseln angewandten geringen Mengen von Knallquecksilber. In Wirklichkeit aber führt das Totpressen des Knallquecksilbers, wenigstens bei Drucken bis zu 3000 kg/cm², nicht zu einer stationären Verbrennung, sondern nur zu einer Verzögerung der Beschleunigung der Verbrennung. Infolgedessen kann der Übergang der Verbrennung in Detonation, welcher bei normalen Dichten (Pressdruck etwa 300 kg/cm²) schon bei Ladungen unter 0.5 g zur Detonation führt, im Falle eines grösseren Pressdruckes nur bei bedeutend grösseren Ladungen stattfinden.

Es ist noch hinzuzufügen, dass aus dem angenommenen Mechanismus der Entstehung der Detonation aus Verbrennung folgt, dass dieser durch die Inertion der sich bildenden Gase bedingte Vorgang erschwert werden muss in dem Falle, wenn die brennende Ladung sich nicht in Ruhe, sondern in Bewegung in derselben Richtung, wie die Verbrennung selbst, befindet. Eine solche Bewegung kann der Ladung vor der Zündung mitgeteilt werden; bei unbefestigter Ladung wird sie durch die Verbrennung selbst erzeugt werden und kann zur Messung der Verbrennungsgeschwindigkeit benutzt werden.

Chemisch-Technologisches Institut Mendeleew.
Moskau.

Eingegangen
den 20. II. 1941.

ZITIERTE LITERATUR

[1] H. Kast, Spreng- und Zündstoffe, Braunschweig, 438 (1921). [2] H. Muraour, Bull. Soc. Chim. France (4), **51**, 1152 (1932). [3] K. K. Andreew, Sow. Phys., **4**, 120 (1933). [4] H. Muraour et Wohlgemuth, Chimie et Industrie, **36**, 472 (1936). [5] C. C. Andreew, Bull. Soc. Chim. France, (5), **2**, 2128 (1935). [6] K. K. Andreew, C. R. Acad. Sci. URSS, XXIX, 469 (1940). [7] H. Muraour et W. Schumacher, C. R., **198**, 1161 (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

GEOCHEMISTRY

ON THE PROBLEM OF DETERMINING THE AGE OF THE WATERS OF MATZESTA

By M. S. MERKULOVA

(Communicated by V. G. Chlopin, Member of the Academy, 24. I. 1941)

From the data of a radiochemical analysis of the waters and rocks of Matzesta, as well as from data on the density and porosity of rocks, the age of the water of Matzesta may be calculated by the method proposed by V. P. Savchenko (1). This method is based on the following statements. The surface waters in which a certain quantity of He and Ar is contained, when penetrating into the depth become in the course of time enriched with helium at the expense of the radioactivity of the enclosing rocks. In the general case this enrichment will be proportional to the time, during which the water circulates in the depths. Assuming the Ar content (together with the heavy inert gases) to remain constant in the water at that time, the He to Ar ratio can be taken as an index of the relative oldness of the water (2). Starting from the values of the content of He and Ar in the air and their solubility in water, it is easy to find that 1 ml of water in contact with the atmosphere at 10° C will contain 4.6×10^{-8} ml, while the argon content will equal 3.9×10^{-4} ml, and hence the He to Ar ratio will be 1.18×10^{-4}. If the value of the He/Ar ratio in the gas evolved together with the water be divided by 1.18×10^{-4}, we obtain the figure showing the degree of the relative enrichment of the water with helium. The accumulation of an amount of helium contained in water that is in equilibrium with the air atmosphere takes $\frac{4.6\times10^{-8}}{a}$ years; in this formula a is the quantity of helium, obtained from the rocks by 1 ml of water per year. Hence, the formula for calculating the age of water and gas will be:

$$\frac{\text{He/Ar in the gas}}{1.18\times10^{-4}}\cdot\frac{4.6\times10^{-8}}{a}.$$

This formula is not a very exact one, because of the difficulty to determine the value of a. Savchenko found the value of a to be equal to 5.08×10^{-12} ml He, basing his calculations on some average values for sedimentary rocks.

From the data of a radiochemical analysis of rocks obtained by the present author, the average content of Ra in gs per 1 g of rock is 6.67×10^{-13}; the average content of Th in gs per 1 g of rock is 1.6×10^{-6}. To calculate the average Th content in the rocks, the ratio of Th to Ra was assumed to be about the same in all rocks. The per cent of evolution of He from the rocks was taken equal to 91.5% (3). Starting from these data, 1 g of rock will accumulate within

a year 2.43×10^{-13} ml of helium evolved into the water. Further the density and porosity of the rocks were determined. The density was determined by the usual procedure with the aid of a pycnometer. The determinations of porosity were made on the basis of measurements of the density and the volume weight of the rocks. The average density of the rocks was found equal to 2.67; the average porosity—8.2%. From these figures it follows that 1 ml of water filling the pore space will be in contact with 33 g of rock, and hence 1 ml of water will receive 8×10^{-12} ml He per year. The average He/Ar ratio for the gases of Old, New Matzesta and Agura, from the data of the gas analysis of the Radium Institute of the Academy of Sciences, is 4.14. Hence the age of the water of Matzesta and Agura is:

$$\frac{4.14}{1.18 \times 10^{-4}} \cdot \frac{4.6 \times 10^{-8}}{8.0 \times 10^{-12}} = 2.02 \times 10^{8} \text{ years.}$$

Thus, the water of Matzesta is an old fossil water which had possibly been buried together with the enclosing rocks. The age of the rocks is assigned by geologists to the Lower Cretaceous, i. e. it is of the order of 100 million years, which is in agreement with the figure obtained by the present author within the limits of accuracy of the method applied.

Radium Institute.
Academy of Sciences of the USSR.
Leningrad.

Received
28.I.1941.

REFERENCES

[1] В. П. Савченко, Природные газы, Сб. № 9. [2] В. В. Белоусов, Очерки геохимии природных газов (1937). [3] E. K. Herling, C. R. Acad. Sci. URSS, No. 6 (1939).

Translated by A. Brashnina.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

GEOLOGIE

ÜBER DIE JUNGPALÄOZOISCHE STRUKTUR DER OSTRUSSISCHEN SENKE

Von N. S. SCHATSKY

(Vorgelegt von A. E. Fersman, Mitglied der Akademie, den 20. II. 1941)

Eine der Grundfragen der Tektonik der russischen Tafel ist die Frage der Grenzen und der Konfiguration der sogenannten ostrussischen Senke und ihres Zusammenhanges mit der moskauer Syneklise. Der nordwestliche Flügel der letzteren, der sich an das Baltische Schild anlehnt, und ihre zentrale Begrenzung im Westen erwecken keinen Zweifel und werden eindeutig von allen Geologen anerkannt. Ihre südliche Begrenzung ist dagegen nicht genügend klar gelegt. Ist so eine Begrenzung in der Form einer gewölbeartigen Erhöhung wirklich vorhanden, so stellt die moskauer Syneklise eine selbstständige und die grösste Struktur der russischen Tafel dar(1), sollte es nicht der Fall sein, so ist sie nur ein einbuchtungsförmiger Bestandteil der ostrussischen Senke (2).

1937 habe ich gezeigt (1), dass die Oka-Zna Antiklinale nicht als natürliche Begrenzung des südlichen Flügels der moskauer Syneklise angesehen werden kann, da die östliche Breitenmonoklinale dieses Flügels bis in den Zuflussbecken des Flusses Alatyr, 150—200 km weit, sich nachweisen lässt. Weitere Nachforschungen brachten neue Tatsachen, die dieser Frage eine genauere Lösung zu geben gestatten.

Denkt man sich in der Gegend, die im Osten von dem Flusse Don gelegen ist, die mesozoischen Ablagerungen abgenommen, so bemerkt man leicht, dass die Schichte hier einen periklinalen Abschluss einer grossen antiklinalen Wölbung bilden, die sich nach ONO absenkt. Im Kern dieser Wölbung längs den Flüssen Choper (Borisoglebsk), Worona (Krassiwka), Zna (Tambow) sind in den Bohrungen überall unter das Mesozoicum die oberdevonischen Schichte entdeckt worden, die im NO durch Karbon abgelöst werden, zuerst in Morschansk durch ihre untere Abteilung, weiter im Norden und Nordosten durch die mittlere (Pensa, Tscherny Jar, Marsowo, Rusajewka, der Fluss Issa) und endlich längs den Flüssen Mokscha, Urkat und Alatyr durch die obere Abteilung dieser Formation, die sich unter die permischen Schichten des gorkischen Wolgagebiets absenkt. Dergleichen Ablösung des Devon durch unteren, mittleren und oberen Karbon und die permischen Schichte, findet auch in der Breitenrichtung statt (Bohrungen in Ranenburg, Morschansk, Pensa, Syzran). Beträchtlich weniger Anhaltspunkte sind über den Bau des südöstlichen Flügels der besprochenen Wölbung vorhanden. Aber auch hier deutet sich die Ablösung des Devon durch jüngere Schichte an, da im Osten vom Devon, der durch die Bohrungen im Zuflussbecken des Choper im Bereiche

der Dislokationen von Don-Medwedizk aufgedeckt worden ist, die Schichte des mittleren und des oberen Karbon gelagert sind (Teplowka, Gr. Karaulnaja, die Kuppeln von Linewo-Osery und Don), die sich hinter der Wolga unter der Permformation verlieren.

Das Alter der besprochenen Wölbung ist jungpaläozoisch, worauf nicht nur die übergreifende Lagerung des Mesozoicums, sondern auch die dieser Formation eigene Einlagerung der Gesteine und ihre faziale Veränderung hindeuten. So lagern, den Angaben von A. A. Dubjanski ([3]) gemäss (Bohrungen in N. Alexandrowka bei der Station Besobrasowo) die Gesteine der Wereja-Stufe (C_2) im Karste der devonischen Kalke. Starke Veränderungen erfahren die permischen Ablagerungen dieses Teils des Südflügels der moskauer Syneklise: längs den Flüssen Alatyr und Satis kommen unmittelbar auf den Ober-Karbon die Dolomiten und die Kalke der Spirifer-Schichten der Kasanschen Stufe zu liegen; weiter nördlich erscheint zwischen diesen Sedimenten die unterpermische Dolomite und Gipse, die bei Arsamas, Balachna und Dserschinsk die Mächtigkeit von 70—100 m, und bei Putschesch und Katunki eine solche von 180—190 m erreichen.

Auf Grund der angeführten Tatsachen kann behauptet werden, dass die südliche Begrenzung der moskauer Syneklise bis zur Wolga in der Form einer grossen Wölbung nachgespürt werden kann, die sich periklinal nach ONO absenkt. Diese Wölbung ist die Fortsetzung der «Devonischen Achse von Mittelrussland» von Murchison ([4]). Weiter im Osten, hinter der Wolga und in dem Vorural-Gebiet kann die Fortsetzung der beschriebenen antiklinalen Struktur in dem Aufbau des sogenannten Plateau von Ufa erkannt werden. Schon aus einer flüchtigen Analyse der geologischen Karte des Vorural-Gebietes zwischen den Flüssen Ural und Tschussowaja kann ersehen werden, dass der sich an den mittleren Ural anlehnende Abschnitt der Tafel eine grosse Erhebung darstellt. Die stratigraphische Grenze zwischen der Ufa- und Kasanstufe im Süden, zwischen dem Flusse Ural und der Breite der Stadt Sterlitamak, hat überall eine eingehaltene longitudinale Ausdehnung parallel dem faltigen Gürtel des westlichen Abhanges der Uralkette. In demselben Verhältnis zum Ural ist diese Grenze auch im Norden, von Solikamsk bis zur Breite der Mündung des Flusses Belaja gestreckt. Jedoch weicht die Richtung des Kontaktes der unteren Perm mit den Kasanschen Schichten zwischen der Mündung des Flusses Belaja und der Breite von Belebei scharf von der longitudinalen ab; etwas nördlicher von Sterlitamak wird die meridionale Richtung dieser Grenze durch eine nord-westliche abgelöst; in dieser Richtung streckt sie sich bis zum Gebiet von Tuimasa, weiterhin wird sie wieder meridional, um dann flach abbiegend sich nach NO zu wenden, verläuft parallel dem Flusse Kama, fällt nördlicher von Nikolo-Beresowka allgemein fast völlig mit dem Breitenkreis zusammen, und nähert sich rasch dem westlichen Abhange des Urals, wo sie, wie schon gesagt, in die longitudinale Richtung übergeht. Im NW und SW von dieser Linie findet die Ablösung der Ufa Schichten durch die Kasan- und Tatarischen Schichten ab, deren Regelmässigkeit durch örtliche Erhebungen gestört wird. Der westliche Teil der Ufa Plateau stellt sich also als eine flache Wölbung dar, die sich nach dem Westen absenkt. Die Strukturkarten, die auf der Fläche des erdölhaltigen Gebietes von Wolga-Ural aufgestellt worden sind, bestätigen diesen Schluss; so erreicht z. B. die Decke der unteren Kasanschen Schichten an den Quellen des Flusses Dema und bei Baitugan eine absolute Höhe von +100 bis 200 m und fällt bei Buzuluk bis —300 m ab. Entsprechend dieser Struktur verändert sich auch die Mächtigkeit der permischen Ablagerungen; so ist im westlichen Teil der Erhöhung Schiguli-Kasan die Mächtigkeit der Kasanschen Ablagerungen ungefähr 100 m, weiter nördlich in meridionaler Richtung, auf dem Flügel der moskauer Syneklise wächst sie im Gebiet

von Sowetsk (Kukarka) bis zu 125—200, und bei Woschgal (Fl. Wjatka) bis zu 225 m an; in dem östlichen Teil der Erhöhung bei Tuimasa wird die Mächtigkeit derselben Schichte 135—140 m; im Südwesten, in Buguruslan

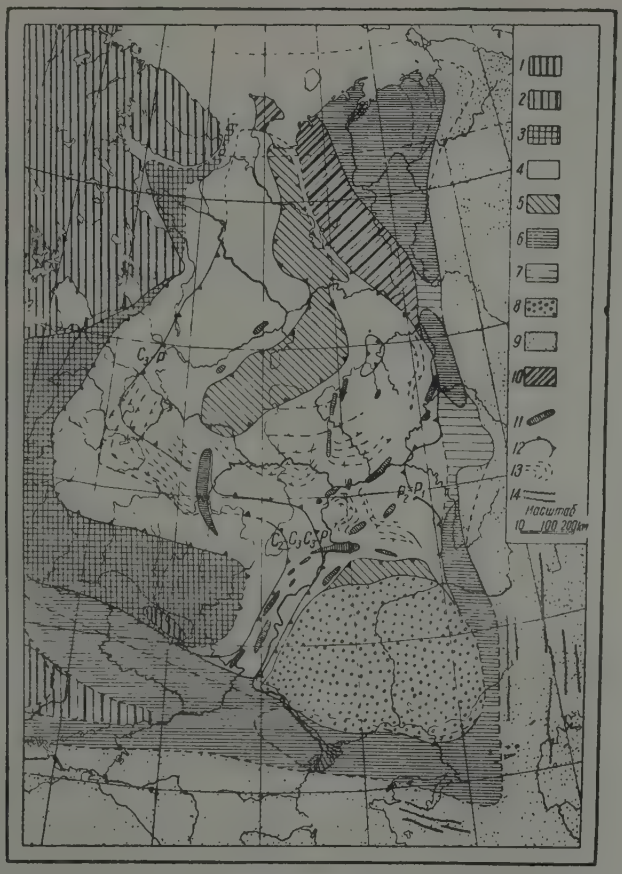


Abb. 1. Schema der jungpaläozoischen Struktur des östlichen Teiles der Russischen Tafel: *1*—Vordevonische Formationen; *2*—Vorkambrium des Ukrainischen Massivs, umgearbeitet durch den hercynischen Vulkanismus; *3*—mittlerer und oberer Devon; *4*—anthracolithische Ablagerungen; *5*—kontinentale Trias; *6*—uralsche und donetzische Vorsenke der Hercyniden; *7*—Quererhebungen in der Vorsenken; *8*—das Gebiet der Salzkuppeln der westkasachstanischen Syneklise; *9*— Hercyniden; *10*—Timaniden; *11*—«Wälle»; *12*—stratigraphische Grenzen des Anthracoliths und die Richtung der Absenkung dieser Schichte; *13*—strukturelle Isohypsen; *14*—Ererbte mesokänozoische Falten der Hercyniden.

erreicht sie 290 m, und bei Busuluk mehr als 350 m; desgleichen vergrössers sich die Mächtigkeit dieser Bildungen gegen Norden und Nordwesten so, dass bei Glasow und Wereschtschagin die Mächtigkeit der ganzen oberen Perm über 500—700 m hinausgeht.

Folglich streckt sich vom Ural über die Ufa Plateau in der Richtung nach Melekes eine mächtige, breite, aber flache Wölbung aus, die sich nach WSW absenkt ([5]). Die meridionale Dislokation der Ufa Plateau, an und für sich, stellt deswegen nur eine sekundäre Komplikation im Querschnitt des östlichen Teiles der angegebenen Erhöhung des Vorural Gebietes dar. Das Alter der beschriebenen Erhöhung ist zweifellos vormesozoisch, da die Jura Schichten, transgressiv mit der geographischen Diskordanz, auf verschiedenen Horizonten des oberen Paläozoicums lagern.

Die angeführten Tatsachen zeigen folglich (Abb. 1), dass die sogenannte ostrussische Senke keine einheitliche Struktur darstellt, da sie durch eine Breitenerhöhung geteilt wird, die ich die Wolga-Ural Wölbung nenne und die sich von der zentral-russischen Achse bis zur Ufa Plateau erstreckt; die Erhöhung ist sehr breit: der Scheitel des Gewölbes liegt zwischen dem unteren Laufe der Kama im Norden und Tschapajewsk und Busuluk im Süden. Sie ist durch eine Reihe von sekundären Dislokationen, Kuppeln, Fleksuren und Antiklinalen gestört (Schiguli, Tuimasa, Buguruslan usw.) und in ihrem mittleren Teil durch die muldenartige Durchbiegung von Melekes, oder die Bolgarische Mulde, kompliziert.

Gegen Norden von dieser Erhöhung liegt die breite moskauer Syneklise, die eine dem Dreieck mit abgerundeten Ecken ähnliche Form hat. Die Basis dieses Dreiecks bildet der nördliche Flügel der oben beschriebenen Erhöhung, und sein Gipfel ist im Norden, in der Nähe des Zusammentreffens der Timaniden mit dem Baltischen Schilde, angedeutet. Der achsiale Teil der Syneklise wird gut durch die Verbreitung der mesozoischen, besonders der kontinentalen Triassedimente angedeutet; ihre am stärksten durchgebogene Zone im Südwesten hat eine nord-östliche Ausbreitung, die von der allgemeinen Konfiguration des Randes des Baltischen Schildes und der mittleren antiklinalen Erhöhung abhängig ist; im Nordosten wendet sie sich scharf nach dem Norden und sogar nach NNW, der allgemeinen Richtung Timaniden folgend. Es muss bemerkt werden, dass der südwestliche Teil der Syneklise einen fast symmetrischen Aufbau hat, während im Norden, umgekehrt, er scharf asymmetrisch ist, mit einem sehr flachen westlichen Flügel, der die Abdachung des Baltischen Schildes ist, und schroffem östlichen, der die hoch erhobene Abdachung der Timan Kette darstellt.

Im Süden der Wolga-Ural Erhöhung, im Südosten der Tafel, ist eine grosse abgerundete Syneklise gelagert, die im Osten durch die Voruralsche Durchbiegung begrenzt wird, im Süden scheinbar mit der vorgelegenen Durchbiegung des Breitenastes der Hercyniden zusammenfliesst, der den komplizierten tektonischen Bau des Grossen Donez-Beckens bildet. Diese südliche Syneklise, die als Westkasachstanische, oder Kaspishe, bezeichnet werden könnte, ist viel tiefer durchgebogen, als diejenige von Moskau. Deswegen ist der südliche Flügel der Wolga-Ural Wölbung beträchtlich steiler, als der nördliche, was gut an der Verbreitung der Triassedimente bemerkt werden kann, die den Nordflügel dieser Syneklise zwischen der Wolga und Tschkalow bilden.

Institut der geologischen Wissenschaften.
Akademie der Wissenschaften der UdSSR.
Moskau.

Eingegangen
den 21. II. 1941.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Н. С. Шатский, Бюлл. МОИП, отд. геол., XV, 1, 8 (1937). [2] А. Д. Архангельский, Геолог. строение СССР, зап. часть, вып 2, IX (1934). [3] А. А. Дубянский, Геология и подземные воды сев. части Ворон. обл., вып. 1, 71 (1939). [4] R. Murchison, A. Keyserling and E. Verneuil, The Geology of Russia in Europe and the Ural Mountains, 1, ch. IV, London (1845). [5] А. П. Карпинский, Общий характер колебаний земной коры в пределах Европ. России, ИАН, № 1 (1894).

Übersetzt von K. Lehmann.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

GEOLOGY

MODE OF DEPOSITION OF THE CAMBRO-SILURIAN SANDS OF THE LENINGRAD REGION

By L. B. RUKHIN

(Communicated by P. S. Stepanov, Member of the Academy, 24. I. 1941)

The author has made an attempt to apply to the study of ancient sands the method of detailed granulometric analysis ([1], [2]). The results of this work make the subject of this article.

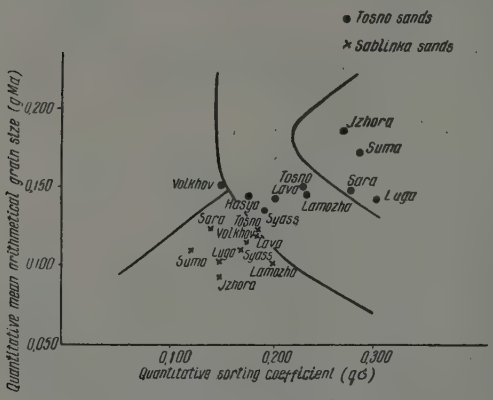
The study of the mode of deposition of the Cambro-Silurian sands which are widely distributed within the Leningrad region, have recently become of particular interest in connexion with the oil-prospecting work done in the Lower Paleozoic rocks of this region. However, there is no agreement in the attitude of various authors towards the genesis of these beds. Thus, some of them consider these beds to be entirely of marine origin ([4], [5]), while others believe them to be essentially continental ([3]). There are others again who admit the possibility of a different origin for individual series composing these beds ([7]). Such a discrepancy is due in part to the fact that, as it is now firmly established, the Cambro-Silurian sands fall into several stratigraphically distinct series; these are also of different origin, as will be shown in what follows.

Using the terminology suggested by the author in an earlier work ([6]), the oldest of these series is the Luga series which evidently corresponds to the Lower Cambrian aeophyton sandstone of Estonia. This series is developed exclusively in the westernmost part of the Leningrad region. It is overlain by the Sablino series exposed throughout the area investigated; its age is probably Middle-Cambrian. Lastly, upon an intensely eroded surface of older sands reposes the Tosno series which in the upper horizons is interlaid with Lower Silurian dictyonema shales. Aside from these, it is possible to separate in the eastern part of the region also the Ladoga series which is stratigraphically closely connected with the Sablino series. The present work is concerned with the mode of deposition of the sands of the Sablino and Tosno series only. The outcrops of these sands were studied in the valleys of the following rivers (from West to East): Luga, Lomozhka, Suma, Koporka, Izhora, Popovka, Tosno, Sablinka, Nasya, Lava, Sara, Ladozhka, Volkhov and Syass. Throughout the area under investigation these sands were found to be underlain by Lower Cambrian clay and overlain by Lower Silurian deposits (dictyonema shales and glauconitic sands).

The treatment of the results of granulometric analyses has shown that the granular composition of the Sablino and Tosno series widely varies, which points to these series being of different origin. If we examine our plot, we at once become aware of the fact that the points which stand for the sands

of the Sablino series fit almost exclusively within the field of bottom sands, which, considering the croudedness of the points, testifies to a considerable uniformity of the mode of deposition of the Sablino sands. The bottom-set nature of these sands, as well as the uniformity of their character all over an extensive area, points to the marine origin of the sands under consideration. This is in agreement with the finding in the sands of the Sablino series of fairly preserved horny valves of brachiopods and the presence of such a typical marine autigenous mineral as the glauconite. Moreover, the cross-bedding of these sands closely approaches in character that of littoral marine sediments.

Howerer, notwithstanding the general littoral marine character of the Sablino series, judging by the genetical diagram, among its sands there are also such whose granular composition has been forming under fluvial conditions, or under conditions closely approaching the fluvial (the Tosno river region), which points to the immediate proximity of this region to the shoreline of the Sablino sea. This assumption is in accord both with field observations (presence of abundant clay pebbles, local erosions, etc.), and variation in the granular composition and thickness of the Sablino beds. From the analysis of the distribution of isolines of the mean values of granulometric coefficients (mean arithmetical grain size and sorting coefficient) it follows for the area under investigation that the sands become gradually more fine-grained north-westwards, while the sorting becomes better in the same direction. Such a change in the granulometric coefficients cannot be accounted for by anything else than the retreat from the shoreline of the Sablino sea. The thickness of the Sablino series also shows a marked decrease towards the North-West. Up to 15—20 m thick along the Tosno-Syass line, in exposures lying farther to the North-West the thickness of the Sablino series decreases to 2—5 m.



Genetical diagram for the means from analyses of ands from the Tosno and Sablino series.

Taking into account all the above-said, it should be concluded that the shore of the Sablino basin passed south-eastward from the present region of development of the Sablino series. Consequently, the supply of clastic material at the time must have proceeded in the direction from the South-East to the North-West. Investigation of the mineralogical composition of the Sablino sands has also shown that it is not the Fennoscandinavian shield that had at the time been the source of clastic material. The Sablino sands are characterized by an almost total absence of feldspars, and of all heavy transparent minerals except zirconium, rutile and tourmaline, which are known to be highly resistant to weathering. If the clastic material had been supplied during the Sablino time from the Fennoscandinavian shield lying in close proximity, the mineralogical composition of the Sablino sands would be a more diverse one. It should be considered therefore that the parent rocks which supplied the Sablino rocks were older sedimentary rocks, develo-

ped at the time south-eastward from the Leningrad region. Probably, these were arenaceous facies of the Lower Cambrian.

The granular composition of the Tosno series is much less constant and more diverse as compared to that of the Sablino sands. According to their granular composition, the Tosno sands can be subdivided into two distinct genetical varieties: fluvial and aeolian sands. In our scheme the averages for the sands of the Tosno and Sablino series are plotted for different regions of the Leningrad district. As may be seen from this plot, the points corresponding to the Tosno sands are lying apart from those standing for the Sablino sands. From the same plot it is evident that the fluvial variety of the Tosno sands, occurring in the areas of the Volkhov, Nasya, Syass, Tosno and Lomozhka rivers, is much finer-grained and better sorted than the other one. The former prevails in the eastern part of the Leningrad district, the latter in the western part.

During the Tosno time clastic materials were probably being supplied for the most part from the North-East, which is evidenced by the decrease in the grain size of the Tosno sands in this direction. The parent rock of the Tosno sands had unquestionably been the Sablino sands. The full identity of their mineralogical composition, findings of Tosno sandstone pebbles, redeposited horny shells etc. in the lower horizons of the Tosno series, bear witness to this.

Towards the close of the Tosno time (during the deposition of dictyonema shales) the area of removal of clastic material located to the North-West from the Leningrad district had probably disappeared, and the supply of clastic material might possibly have recommenced from the South-East.

Department of General Geology.
Leningrad State University.

Received
17. XII. 1940.

REFERENCES

[1] L. B. Rukhin, C. R. Acad. Sci. URSS, XXVIII, № 6 (1940). [2] Л. Б. Рухин, Сов. геология (1940). [3] Б. А. Некрасов, Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 16 (2) (1938). [4] Д. В. Наливкин, Учение о фациях (1937). [5] Н. Потулова, Мат. по общ. и прикл. геол., вып. 68 (1927). [6] Л. Б. Рухин, Учен. зап. Лен. ун-та, сер. г.-н. факульт., № 4 (1939). [7] Л. Б. Рухин, там же, № 24 (1939).

Translated by V. Gurian.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

MINERALOGY

ISHKULITE—A NEW MINERAL OF THE SPINEL GROUP

By G. P. BARSANOV

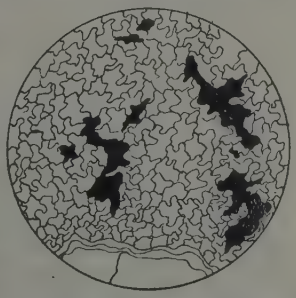
(Communicated by A. E. Fersman, Member of the Academy, 27. II. 1941)

While engaged in a mineralogical investigation of the northern (adjacent to the Ishkul lake) part of the Ilmen reserve on the western shore of the Ishkul lake, near the Bitkul bay, the author of the present paper discovered a small ore occurrence of spinelide confined to a peculiar contact band of rocks. In the literature on the Ilmen reserve no such ore occurrence had ever been mentioned up to that time. At first a spinelide constituting bulk of the ore body was mistaken for a magnetite, but a chemical investigation carried out by E. I. Zakharov showed it to contain a considerable amount of Cr_2O_3 and, therefore, the present author described it as a specific polymineral body of a magnetite-chromite composition (1). Detailed investigations of thin-sections of this spinelide in the reflected light, as well as determinations of other constants of the mineral and the latter's ability to yield monocrystalline octahedral formations, convincingly demonstrated that this spinelide is a new mineral species, which deserves the name ishkulite (after the Ishkul lake), suggested by the author of the present paper.

The ore body of ishkulite occurs directly in the above-mentioned band of contact rocks compressed inbetwixt granite and a series of Ilmen gneisses injected in the district of the deposit by sheet intrusions of gabbro-amphibolites and serpentinites. Introduction of chromium in ore formations under considerations should be in all probability associated geochemically with these serpentinites (1). Contact rocks which contain ishkulite are represented by dense, greenish-grey diopside-amphibole aggregates, sometimes coarsely crystalline. In the upper, outcropping portions of the deposit the rocks are decomposed, limonitized and form friable accumulations of separate crystalline aggregates constituting the rock. Dense aggregates of the diopside-amphibole rock are broken by a net of fissures filled with calcite. Mineral paragenesis of contact rocks is determined by diopside, actinolite, phlogopite, calcite and a rare garnet. A selvage of a friable rock, built up mostly of laminar anthophyllite aggregates, was observed directly at the vein wall of ore bodies. Therefore the contact-metasomatic origin of ishkulite is made obvious by the paragenesis of rocks enclosing this mineral. This origin of ishkulite is associated, perhaps, with metasomatism through derivates of a granite intrusion of some unpreserved carbonate horizons of a complex gneiss bed injected by serpentinites. The ore body of ishkulite presents a small steeply dipping lens elongated in the meridional direction. The maximum thickness of 2—2.5 m is attained in swells. Ishkulite forms a dense, black

fine-grained ore with cavities in which there have crystallized octahedral crystals up to 2.5 cm in length along the edge. Ishkulite occurs as a dense ore aggregate, usually strongly broken by fissility in directions of an unorientated joint in ore grains. It is often covered along joint fissures with a brown ochrous efflorescence and is slightly martitized. The mineral is opaque; tarry-black in colour; of a strong metallic lustre. Very brittle. Fractures irregular, sometimes along joint planes. Line streak black; in martitized portions, brownish. Hardness, 6—6.5. Highly magnetic. No melting of even thin chips has been observed. Dissolves with difficulty in concentrated HCl only on prolonged boiling. Crystallizes like other spinelides in a regular system forming octahedrons (111). No other forms have been encountered. Crystals are often bent along edges of the octahedron; attain a length of 2—2.5 cm along the edge. Specific gravity determined in two parallel pycnometers and recalculated to an actual value was found to be 5.0791.

Reflected light investigations of ishkulite* have shown it to consist of a large coarsely grained aggregate broken by a net of fissures. The mineral is grey in colour, but bluish if compared to ilmenite. It is quite homogenous and only along fissures there is observed a gradual transition in some more bluish spinelide of a similar composition, but less responsive to etching. Can be easily polished; pits are observed along fissures only. Etching of ishkulite may be effected exclusively by boiling concentrated HCl and HF (in the cold); other reagents do not affect the mineral. No pronounced results of etching are produced, and only granularity is revealed. Zonal structures and distectics have not been detected. The mineral is quite isotropous. A rare ilmenite, yielding fine anhydrous excretions and thin (up to 0.02 mm) parallel laminar formations, was found to be present as an admixture to ishkulite. Along bigger fissures may be seen thin selvages of martite.



Ishkulite etched with boiling concentrated HCl. Ilmenite (black) is not affected by etching; ×60.

Macroscopic observations reveal in ishkulite rare ingrowths of the above-mentioned scarn minerals and thin crusts of chalcedony (sometimes enclosing octahedral crystals) in cavities.

The physical properties and appearance of ishkulite closely resemble those of magnetite, the difference being a greater resistance to etching, positive reaction for chromium and a smaller specific gravity (specific gravity of magnetite is at least 5.168). Chemical composition should be taken as the basic factor in the determination of spinels, forming, as it has been shown by Boldyrev [3] and Betekhtin [2], a large group of nearly continuous isomorphic mixtures which are sometimes very close to one another in structure and physical properties. A chemical analysis of ishkulite was performed by E. I. Zakharov with a pure material selected from among crystals. Results are recorded in Table 1.

Judicious classification of the spinelide, according to Boldyrev [3], requires calculation of the analysis data to a relative per cent content of bi- and trivalent components in a molecule of the investigated spinelide. For obtaining correct ratios of separate components Betekhtin [2] strongly recommends first to subtract obvious admixtures (in the given case ilmenite

* A parallel investigation was kindly conducted by S. S. Boreshanskaya.

Table 1

Chemical Analysis of Ishkulite

Oxides	Weight %	Calculated to 100%	Molecular quantities	As calculated to % content of admixtures and main binary systems in an ishkulite molecule
TiO_2	1.24	1.24	0.01	Admixtures: ilmenite (according to TiO_2), 2.24%; martite (according to a Fe_2O_3 residue from spinels), 16.47%
Fe_2O_3	61.04	61.09	0.38	
Al_2O_3	0.03	0.03	0.0	
Cr_2O_3	11.19	11.20	0.08	
FeO	24.05	24.07	0.33	On an ishkulite molecule:
MnO	0.54	0.54	0.00	$Fe''Fe_2O_4 : Fe''Cr_2O_4 : MgFe_2O_4 =$
CaO	no	—	—	$= 57.08 : 16.46 : 6.55 = 8.7 : 2.5 : 1$
MgO	1.31	1.31	0.03	
NiO	0.18	0.18	0.00	
H_2O	0.02	0.02	—	
TR	no	—	—	
V_2O_5	0.32	0.32	0.00	
$\Sigma(Nb, Ta)_2O_5$	no	—	—	
Total	99.92	100	—	

and haematite) from corresponding molecular quantities of every oxide, and only after this to do the calculation. An analysis showed ishkulite to consist of two bivalent (Mg, Fe″) and two trivalent oxides (Fe‴ and Cr‴). A calculation according to Boldyrev is performed below.

For bivalent oxides: $FeO + MgO = 32 + 3 = 35$; a bicomponent system requires the amount of every oxide after subtraction of admixtures to be not below 25% of the sum of their molecular quantities. It is obvious that for bivalent oxides ishkulite presents a monocomponent system.

For trivalent oxides: $Fe_2O_3 + Cr_2O_3 = 26 + 8 = 34$; as far as these oxides are concerned, the mineral may be referred to bicomponent

Table 2

Table of Classification of Mineral Species of the Spinel Class According to A. K. Boldyrev (an extract)

Trivalent elements	Bivalent elements					
	Mg	Fe″	Mn″	Zn	Mg, Fe″	Mg, Mn″
Al	Spinel	Hercynite	*	Hanite	Pleonast	—
Fe‴	Magnoferrite	Magnetite	Jacobsite	—	Magnomagnetite	Magnojacobsite
Cr‴	Picro-chromite	Chromite	*	*	Magnochromite	—
Mn‴	—	—	Hausmannite	—	—	—
Al, Fe‴	—	—	—	—	—	—
Al, Cr	Chromium spinel	Alumochromite	—	—	Chromepicotite	—
Al, Mn‴	—	—	—	—	—	—
Fe‴, Cr	—	**Ishkulite**	—	—	Magnoferri-chromite	—
Fe‴, Mn‴	—	—	—	—	—	—

* Obtained artificially.

systems. Hence the chemical formula of ishkulite will be $FeO.(Fe, Cr)_2O_3$, where a portion of FeO may be isomorphously replaced by MgO.

Let us introduce the results of recalculation in a summary table of all possible cases of existence of spinel systems in nature, as compiled by Boldyrev who set out in a tabular form all analyses of spinel known in the world literature (here only the left upper quarter of this table is given). Then we shall find that the described spinel ishkulite is in fact a new mineral species, since it comes to fill a blank square (Table 2). In a more recent paper by Dilaktorsky ([4]) on production of artificial spinelides with Ni, Co and other bivalent groups, no mention is made of either artificial or natural spinelide corresponding to ishkulite.

Karpinsky Geological Museum.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
1. III. 1941.

REFERENCES

[1] Г. П. Барсанов, Тр. гос. Ильменск. заповедника (1941). [2] А. Г. Бетехтин, Зап. Ленингр. горн. ин-та, VIII (1933). [3] А. К. Болдырев, Курс описат. минералогии, вып. III (1935). [4] Н. Л. Дилакторский, Зап. Минер. об-ва, сер. 2, вып. LXVIII, № 1 (1939).

Translated by P. Rappoport.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

MINERALOGY

VALLERIITE FROM VEIN DEPOSITS OF SULPHIDE COPPER-NICKEL ORES OF THE MONCHE-TUNDRA

By I. N. TCHIRKOV

(Communicated by A. E. Fersman, Member of the Academy, 20. II. 1941)

Valleriite, so named after Vallerius, was first described in 1870 by Blomstrand (1). Later, owing to Petren's investigations (2), it was considered to be a mineral mixture. In 1931 this mineral from pentlandite ores of the Boushveld complex was described by H. Schneiderhöhn and P. Ramdohr (3) as «an unknown nickeliferous mineral». From data of a chemical analysis P. Ramdohr (4) deduced the following formula of the mineral: $Cu_2Fe_4S_7$, or $Cu_3Fe_4S_7$. In a subsequent paper Ramdohr and Ödman (5) gave a detailed description of valleriite and compiled literary references relating to this mineral. As a result of investigations these authors arrived at the conclusion that a considerable amount of iron in this mineral may be replaced by nickel and the formula will then be $Cu_2(Fe, Ni)_3S_7$. Descriptions of valleriite, based on investigations carried out within the last 5 years, are to be found in papers by D. Scholtz (6), Hewitt (7) and E. V. Iskul (8).

In veinstones of the Monche-Tundra valleriite was first described by the author of the present paper in 1939 (9). It is a secondary mineral which if not infrequently encountered in ores, is never encountered in large quantities. Paragenetically it is associated chiefly with chalcopyrite and cubanite-chalcopyrite types of ores. As an exception it was found in ores of essentially pyrrhotine composition and also in pyrrhotine itself (in very minute quantities). No well-formed valleriite crystals have so far been observed. The study of separate scales and cakes, resembling the scales and cakes of molybdenite or graphite, enabled Ramdohr and Ödman to refer valleriite to the hexagonal or pseudo-hexagonal system.

Valleriite is found in vein ores of the Monche-Tundra in the shape of: 1) regular plates up to 0.7 mm in size, associated with cubanite; 2) thin plates possessing characteristic sections, which in a slide resemble zigzags of a lightning (Fig. 1); 3) small scales and plates formed as a result of substitution of magnetite by sulphides (Fig. 2); 4) very minute elongated plates in pentlandite which were formed in the process of substitution of pentlandite.

Very high double reflection and marked anisotropy are typical of valleriite. The mineral is coloured when exposed to natural light: for ω the colour is light cream-yellow, and for ε, grey with a bluish shade. On rotating the microscope stage extinction and illumination are observed twice, if the nicols are crossed. When the nicols are not completely crossed, the colour of the mineral changes from bright pinky-cream to bluish-grey.

The hardness of valleriite is somewhat greater than that of chalcopyrite, this being demonstrated by the appearance of a band of light when an immersion objective is used. The mean value of reflecting power of the mineral, determined by means of a photoelectric cell, was found to be 39.8%. Diagnostic etching with usual reagents yielded negative results. $AgNO_3$ causes a quick blackening of the mineral.

The largest (up to 0.7 mm) laminar excretions of valleriite display cleavage, the traces of which are preserved also in secondary formations of valleriite (amorphous dark-grey masses).

This generation of valleriite in ores of the Monche-Tundra is encountered comparatively seldom. In these cases an alteration of valleriite and cubanite plates (Fig. 1), paragenetically closely associated, may usually be observed. These relations of the two minerals indicate, first, their simultaneous formation and, secondly, characterize

Fig. 1. Thin bent plates of valleriite formed together with chalcopyrite along cleavages of twinned seams and inbetween separate chalcopyrite grains. White inclusions — valleriite; dark background—chalcopyrite; ×110.

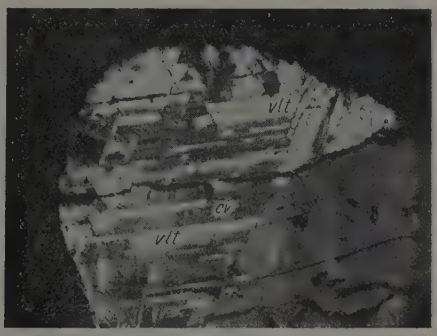


Fig. 2. Laminar excretions of valleriite and cubanite formed in the place of magnetite. White plates—valleriite; grey—cubanite. The photograph was taken with crossed nicols; ×110.

the temperature conditions of the process of crystallization of the given sulphide melt, since many investigators are of the opinion that valleriite may be formed and exist only within definite temperature intervals. According to Borchert ([10]), valleriite is stable only in the temperature interval 225—255° C. At temperatures exceeding 255° valleriite converts into chalcopyrrhotine and pyrrhotine, while below 225° it loses CuS and turns into chalcopyrite.

Thin plates of valleriite having in the slide section characteristic zigzag forms (Fig. 2) are encountered in ores of the Monche-Tundra quite often. These plates were formed in chalcopyrite. A simultaneous extinction and illumination of separate groups of such plates, oriented in certain directions, is indicative of the fact that their formation is confined to some crystallographic directions in chalcopyrite. This regularity of orientation of valleriite plates is particularly noticeable in chalcopyrite grains containing laminar excretions of cubanite, which, as it is known, are also located along definite directions determined by the crystalline texture of chalcopyrite.

Valleriite selvages around crystals of magnetite are met with only in ores with a high content of chalcopyrite and cubanite. Valleriite, which is intermediate between chalcopyrite and pyrrhotine in composition, was for-

med, in all probability, as a result of interaction of a sulphide melt with previously formed magnetite crystals. The formation of valleriite is accompanied, as a rule, by the formation of cubanite which is very close to it in composition.

Valleriite was encountered by the present author also in the shape of minute laminar excretions in pentlandite, where it was formed, perhaps, by way of substitution. Scholtz [6] describes instances of unmistakable substitution of pentlandite by valleriite in ores of Griqualand.

In ores of the Monche-Tundra (vein No. 12) the encountered pentlandite grains were mottled with small ingrowths of valleriite. It is of interest to point out that the extinction or illumination of valleriite ingrowths in the case of crossed nicols takes place simultaneously in the pentlandite grain as a whole. This shows that the development of minute valleriite plates in pentlandite occurred along definite crystallographic directions. The greatest development of valleriite ingrowths is usually combined to fissure joints of pentlandite.

In the process of oxidation of ores valleriite turns into a dark-grey or brown powder-like mass with covelline inclusions and is later substituted by limonite.

Received
25. II. 1941.

REFERENCES

[1] C. W. Blomstrand, Öf bersigt Kongl. Vetenkaps. Akad. Förh., 19 (1870). [2] J. Petren, Geol. Föreningens, Stokholm, Förhand 20 (1898). [3] H. Schneiderhöhn und P. Ramdohr, Lehrbuch der Erzmikroskopie (1931). [4] P. Ramdohr, ZS. prakt. Geol., 39 (1931). [5] P. Ramdohr und O. Ödman, Geologiska Förening. Förhandl., 54, H. 1 (1932). [6] D. Scholtz, Transact. of the Geolog. Soc. of South Africa, XXXIX (1936). [7] R. Hewitt, Econ. Geol., XXXIII, № 3 (1938). [8] E. V. Iskul, C. R. Acad. Sci. URSS, XXVIII, № 3 (1940). [9] I. N. Tchirkov, ibid., XXV, № 2 (1939). [10] H. Borchert, Chemie der Erde, 9 (1935).

Translated by P. Rappoport.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

MINERALOGY

SILVER-BEARING TETRAHEDRITE FROM NAGOLNAYA TARASOVKA IN THE DONETZ BASIN

By E. K. LAZARENKO

(Communicated by A. E. Fersman, Member of the Academy, 15. II. 1941)

Dull ores were found in the Donetz basin for the first time by J. V. Samoilov in 1906 (7). He considers them secondary products, occurring in small quantities in ore veins. According to Samoilov, these ores contain only sulphur, antimony, copper, iron, silver and zinc. Special analyses for mercury and arsenic gave negative results. Samoilov gives the following incomplete analysis for the dull ore without mentioning its location: Cu = 36.57%; Fe = 3.05%; Zn = 2.43%; Ag = 1.87%.

During the last few years prospecting in the ore-deposits of the Donetz basin (especially at Nagolnaya Tarasovka) has shown that dull ores are quite common in the ore veins. In some of the deposits (Zhuravka) they form separate veins of quite considerable dimensions.

Besides continuous vein deposits (up to 12 cm in cross-section) the dull ore occurs as phenocrysts in quartz veins. Its chemical and physical properties correspond to the data given for dull ores in handbooks. There are three varieties differing in colour: 1) silvery-grey with velvety appearance; 2) steel-grey and 3) bronze-grey. It is a characteristic feature of the dull ore that when it occurs in the form of continuous veins, it presents a silvery-grey variety with velvety opalescence.

The dull ore is very unevenly distributed throughout the vein in which it occurs: there are rich sections, poor sections, and sections which contain no such ore at all. Cavities generally contain along with fine-grained quartz well-formed dull ore crystals of the tetrahedrite habitus. According to Samoilov (7), the prevailing form is the positive tetrahedron, upon whose faces the following forms were established: o $\{1\bar{1}1\}$, o_1 $\{111\}$, d $\{110\}$, n $\{211\}$.

The veins in which the dull ore occurs are the youngest formations, which is apparent from the fact that they fill out the fault cavities interrupting the arsenopyrite veins, which in their turn interrupt lead-zinc veins (5). The dull ore is associated with the following minerals: quartz, ankerite, sphalerite (brown and light-pink), chalcopyrite, galena, etc. It crystallized out after the brown sphalerite and before the light-pink sphalerite and chalcopyrite.

An analysis of the dull ore from Zhuravka, made by the authors, gave the following results (in %, see table).

The specific weight, determined by means of the pycnometer, was 4.889 at 17.5° C.

Element	1st analysis	2nd analysis	Average of two analyses	
			%	molec. quant.
S	24.02	24.35	24.18	0.7546
Sb	30.21	30.21	30.21	0.2481
As	1.8	1.8	1.8	0.0240
Cu	36.57	36.42	36.50	0.5741
Fe	4.76	4.47	4.61	0.0825
Zn	0.054	0.057	0.056	0.0008
Hg	traces	0.01	0.005	0.00002
Ag	3.25	3.27	3.26	0.0302
Total	100.664	100.587	100.62	—

Besides the elements given in the table, spectral analysis established the presence of lead (very bright lines), cadmium (moderately bright lines) and gallium (traces of lines).

An examination of the ore in thin-sections under the microscope showed that the samples studied contained no mechanical admixtures, whence it may be concluded that all the elements established by analysis are constituents of the ore. If this is the case, the composition of Zhuravka dull ore is approximately as expressed by the following formula:

$$(Sb,\ As)_2S_3 \cdot 3\,(Cu_2,\ Ag_2\ Fe,\ Zn,\ Hg)\,S$$

i. e. it is an orthosulphosalt of the following general formula:

$\ddot{a}_2\ddot{S}_3 . n\ddot{\beta}S$, where $\ddot{a} = (Sb,\ As)$; $\ddot{\beta} = (Cu_2,\ Ag_2,\ Fe,\ Zn,\ Hg)$ and $n = 3 - 6$ ([1,4]).

According to Henglein ([2]), this variety should be listed as a silver-antimony dull ore. The Russian classification ([1]) would list it as silver-bearing tetrahedrites. According to investigations by Nikitin ([6]), this composition is the basic nucleus of dull ores which, according to the same author, have the following general formula:

$$(As,\ Sb,\ Bi)_2S_3 \cdot (Cu_2,\ Ag_2,\ Zn,\ Fe,\ Hg)_3 + x\,(Zn,\ Fe,\ Hg)S.$$

The above analysis shows that the dull ore studied lacks sulphur considerably and contains an excess of copper. An analogous phenomenon was observed by Hintze ([3]) in the dull ores of a number of deposits. Nikitin is inclined to consider the excess of copper and iron in some of them to be a result of oxidation processes or partial cementation.

Another feature of this dull ore is the presence of mercury in it. Outside of Nikitovka, mercury was found in the Donetz basin by Samoilov ([7]) in the oxidation zone of Semenov hill. It was discovered in the form of droplets of native mercury and concretions of cinnabar in argillaceous iron ore, grown closely together with silver halides and silver amalgam. According to Samoilov, these formations are secondary ones having their origin in the oxidation zone of the Nagolny range, which has remained intact only at Semenov hill.

While searching for the initial source of mercury in the deposits of the Nagolny range, Samoilov ([7]) analyzed a number of samples of burnonite and dull ore for mercury, but his analysis gave negative results, and thus the problem of the mercury source remained unsolved. The problem of the source of horn silver and silver amalgam remained likewise unsolved, since it is improbable that they formed from galena.

The establishment of the fact that dull ores are quite common minerals in almost all the deposits of the Nagolny range (they were observed by us at Semenov hill also in 1940) gives us grounds to think that the horn silver, the amalgam, the droplets of native mercury and the concretions of cinnabar at Semenov hill were formed from silver and mercury-bearing tetrahedrite as secondary minerals.

The presence of silver- and mercury-bearing tetrahedrites in the ore veins of the Donetz basin is of importance from the standpoint of its metallogenetic characteristic, since it makes it possible to tie the separate ore-bearing regions with one another, particularly the Nagolny range and Nikitovka regions*.

Department of Mineralogy.
Voronezh University.

Received
19. II. 1941.

REFERENCES

[1] А. К. Болдырев, Курс описат. минер., ч. 1 (1926). [2] G. Doelter, Handbuch der Mineralchemie (1917). [3] C. Hintze, Handbuch der Mineralogie (1902). [4] Курс минералогии, под ред. Болдырева, Разумовского и Черных (1936). [5] Е. К. Лазаренко, Тр. Ворон. ун-та, IX, вып. 2 (1939). [6] W. W. Nikitin, ZS. f. Kr., 69 (1929). [7] Я. В. Самойлов, Мат. для геологии России, XXIII (1906). [8] A. A. Saukov, C. R. Acad. Sci. URSS, XX, № 5 (1938).

Translated by D. Soboloff.

* The author established mercury qualitatively in sphalerite from Nagolnaya Tarasovka also. Mercury was determined both in zinc blende and in tetrahedrite, according to A. A. Saukov ([8]).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

MINERALOGY

A CHARACTERISTIC OF THE ICE FROM THE KUNGUR CAVE

By G. A. MAXIMOVICH and G. G. KOBIAK

(Communicated by A. E. Fersman, Member of the Academy, 27. II. 1941)

Among the various manifestations of the cryosphere a very interesting and comparatively little studied phenomenon is presented by the cave ice. Forming in caves where negative temperatures are prevalent, such ices differ as to their nature, origin and chemical composition.

At the present time there are more than a hundred ice caves known in literature ([9],[15]), and this number is still increasing. The best known abroad is the Dobshader ice cave in Hungary. Its ice-covered surface exceeds 7000 m^2, while the volume of the ice mass is 120000 m^3. The ice walls attain a height of 15 m. The Demanovo and Szilice caves are also in Hungary. In the latter the bottom is covered with ice only in spring. In Stiria there is known the Franzenmauer cave with a temperature of $-2°$. In the Salzburg region there is the Unterberger ice cave, and in Transylvania, the Skerisora cave. In France, near Besançon, there is known the La-Baumé ice grotto, etc.

In this country there are also numerous ice caves. In Siberia the Abogydje ([21]) and the Balagan ([20]) caves should be mentioned. In the European part we have the Iletzk and Inder caves, the Crimean caves in the Chatyrdag region, the caves of the Kungur region, and a number of others.

Below we give some data on the origin and chemical composition of the ice of the Kungur cave; these data were collected by first of the authors during his repeated visits to this cave in 1934—1940.

Some of the ices show salt varieties which have been so far unknown for caves ([6]). The chemical analyses have been made by G. G. Kobiak. The description of the cave and its glaciation is omitted since there exists a vast literature on the subject ([1–4], [7–8], [12–14], [22]). In the Kungur ice cave there are several varieties of ice, differing as to their forms and origin.

A peculiar form of the cave ice are crystals. According to the physical-chemical conditions prevailing in the different sections of the anterior part of the cave, or in different years, they are mushroom-like, skeleted-Π-shaped, rectangular-lamellar, trigonal-prismatic, hexagonal-lamellar, etc.

The analysis (Table 1, col. 1) has shown a certain degree of mineralization of the water of these crystals, 44.1 mg/l. The predominant components are $CaCO_3$, $CaSO_4$ and $CaCO_3 . MgCO_3$, which fully corresponds to the geological conditions under which these crystals have been formed. The roof of the pass is composed of limestones, possibly dolomitized, lying amidst gypsums and anhydrites. Thus, the ice crystals, though atmogenous ([11]) and formed at the expense of sublimation ([5]), are to a certain degree mineralized.

Analyses of Ice from the Kungur Ice Cave

	Crystals of ice	Cover ice	Cover ice	Ice on the walls, height 1.2 m	Ice on the walls, height 0.85 m	Ice on the walls, height 0.50 m	Ice of stalagmites and stalactites	Water dropping from the organ pipe
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sp. gravity at 20°C	1.00014	1.00079	1.00158	—	—	—	1.00191	—
Gs per liter:								
Dry residue at 110°C	0.0441	0.7966	1.4120	1.2832	1.2348	0.8440	2.0498	1.1734
Dry residue upon ignition	0.0333	0.7502	1.3300	1.1872	1.1386	0.7739	1.9396	1.0766
Loss on ignition	0.0108	0.0464	0.0820	0.0960	0.0962	0.0701	0.1102	0.0968
Na	0.0002	0.0007	0.0016	0.0005	0.00024	0.0003	0.0023	0.0006
K	nil	nil	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Ca	0.0099	0.2192	0.3959	0.3480	0.3238	0.2234	0,5102	0.2654
Mg	0.0009	0.0017	0.0022	0.0030	0.0015	0.00126	0.0404	0.0346
Cl	0.0003	0.0012	0.0027	0.0013	traces	traces	0.0036	traces
SO_4	0.0107	0.4985	0.8713	0.8160	0.7598	0.5280	1.3117	0.7220
HCO_3	0.0211	0.0430	0.1098	0.0360	0.0300	0.0246	0.0886	0.0546
SiO_2	0.0008	0.0002	0.0002	0.0019	0.0012	0.0012	0.0194	0.0078
Al_2O_3	0.00002	0.0007	0.0006	} 0.0021	} 0.0008	} 0.0008	0.0008	} 0.0017
Fe_2O_3	0.00008	0.0001	0.0002				0.0001	
Hardness of water in German degrees total	1.59	31.07	55.93	49.40	46.65	31.55	80.73	45.14
Removable	0.97	1.98	5.15	1.65	1.38	1.13	4.07	2.51
Permanent	0.62	29.09	50.78	47.75	45.27	30.42	76.66	42.63
Date of sampling	April 6, 1940	March 29, 1940	April 6, 1940	Dec. 1934	Dec. 1934	Dec. 1934	March 29, 1940	Dec. 1934

1) Ice crystals from the roof of the old passage to the Diamond grotto.
2) Cover ice from the floor of the cave in the old passage to the Diamond grotto.
3) Cover ice (icefall) in the Diamond grotto.
4) Ice from the walls in the Diamond grotto at a height of 120 cm from the floor.
5) Same, at a height of 85 cm from the floor.
6) Ice from the walls in the Diamond grotto at a height of 50 cm from the floor.
7) Ice of stalactites and mainly stalagmites from the Krestovy grotto.
8) Water dropping from the organ pipe in the Ether grotto.

The second variety of ice developed in the cold part of the Kungur ice cave is the glaciation crust. It is formed in the anterior part likewise at the expense of sublimation of the water vapour on the walls of the grottoes and passages of the cave. The three analyses of the glaciation crust (Table 1, col. 4—6) show that this is already a salt ice [in the conception of Vernadsky (8)]. The mineralization of the water obtained from this crust in two cases is over 1 g/l.

The origin of the glaciation crust varies for the different parts of the cave. In its anterior part, where it is atmogenous and forms exclusively by sublimation, the temperature is below 0°. In the depth of the cave, where the $t°$ rises periodically above 0°, the crust is of a mixed origin, and the ice

here is not only atmogenous (sublimation ice), but hydrogenic, too. The water penetrates here along fissures and solution cavities (organ pipes).

The next variety of the ices of the Kungur cave are the stalactites. These are effluxes of a typical icicle-like shape. Their annual varieties are mostly transparent. The perennial varietes are of a lustreless white colour with a bluish tinge. The ice of the stalactites and stalagmites is also a salt one. The investigation of the stalactites and stalagmites from the Krestovy grotto showed a dry residue of 2.0498 g/l. Here, too, the chief component is $CaSO_4$. It is followed by $CaCO_3$, $CaCO_3 \cdot MgCO_3$. The SiO_2 content is a considerable one. This is the most mineralized ice of all the cave ices studied. The reason of such a high mineralization is quite evident. The water penetrating from the surface down the fissures and solution cavities on its way dissolves anhydrites, limestones, dolomitized limestones, as well as the admixtures of SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 present in them.

An idea of the composition of this water is given by an analysis of the water dropping from an organ pipe in the Ether grotto (Table 1, col. 8). This water is also a mineral (salt) one with a dry residue of 1.1834 g/l. It resembles the water of a source in Chechnya in a gypsum-anhydrite series, studied by us ([17–19]). The predominant component is $CaSO_4$. A certain part is played by $MgCO_3$, $CaCO_3$. Magnesium, like in the case of stalactites and stalagmites, plays here a more considerable part than in the other ice varieties.

Although the ice crystals have different crystallographic habits and the forms of stalactites and stalagmites are diverse, the bulk of ice in the Kungur cave consists of cover ice, occupying the floors of grottoes and passages in the anterior part of the cave. The cover ice may be classed under mixed formations. It is both of atmogenous (sublimational) and hydrogen origin. The crystals dropping from the roof, the sublimation of the water vapour, on the one hand, and the water flowing along the fissures and solution cavities, on the other, form the cover ice. The analyses of cover ice show a different mineralization. The ice taken in the old passage in the Diamond grotto (behind the props) has dry residue of 0.7966 g/l. The ice taken at the wall of the Diamond grotto, near the passage to the Polar grotto, is more mineralized. It is already a salt ice. The dry residue here is 1.412 g/l.

The principal components are $CaSO_4$, and of lesser significance $CaCO_3$ and $CaCO_3 \cdot MgCO_3$. The presence of the mineral cover ice, where the chief component is $CaSO_4$, accounts for the formation of powdery gypsum, forming crystals. During the sublimation of ice, upon its surface gypsum is formed, which has been noticed by Fedorov ([22]) and by other investigators after him.

In the Kungur region ice is present in a number of other caves. The Mechkina cave contains 8 grottoes, in one of which the floor is covered with a layer of ice 20 cm thick. In the Iren cave, in the outskirts of the town of Kungur, the cover ice in the passage and one of the grottoes has a thickness from 1 to 25 cm. Of interest is the Turaev cave, where there is a lake covered with a thin ice crust. In the Andronov cave the thickness of the cover ice on the floor of the cave attains 50 cm. A similar phenomenon is observed in the nearlying Kladbitschensky cave, where the cover ice on the floor attains a thickness of 40 cm. The most diverse is the ice of the Kamensky cave. Here, like the Kungur cave, there are crystals of ice, stalactites and stalagmites up to 30 cm long. Near the entrance of the grotto the cover ice forms an icy slope. Out of the other caves, outside the Kungur region, the Abogydje ice cave ([21]) is of interest. Here have been established all the ice formations in the shape of stalactites, stalagmites, ice crystals, glaciation crust, cover ice, and hydrogenous ice on the lake.

Such are in brief the data available on the Kungur cave ices. Their principal varieties may be tabulated as follows (Table 2). In parentheses are

given the varieties which have not been found in the Kungur region, but may possibly occur in ice caves.

Table 2

Classification of Cave Ices

Type of ice	Fresh ice; amount of dissolved substances up to 0.1%	Salt ice, amount of dissolved substances 0.1—5%	
	Class of ice	Class of ice	Varieties (kinds)
I. Atmogenous (sublimational).	Diverse ice crystals Glaciation crust on the walls of the cave	(Ice crystals) Glaciation crust on the walls of the cave	
II. Hydrogenous	(Ice stalactites) (Ice stalagmites) (Ice columns) (Ice of underground lakes)	Ice stalactites Ice stalagmites Ice columns Ice of underground lakes (Turaev cave)	Ice curtains, ice cups, mushroom-shaped, ice columns, sugar heads, etc.
III. Heterogenous	Massive cover ice (Glaciation crust on the cave walls)	Massive cover ice Glaciation crust on the cave walls	

Thus, on the basis of the data on the Kungur ice cave in the classification of the minerals of the group of water, given by W. I. Vernadsky ([6]), the cave ices should be referred not only to the I class—of the fresh forms of water (family 7), but also to the II class—of the salt varieties of the solid phases of water. It is necessary to separate them as a family.

Departments for Dynamical Geology
and Analytical Chemistry.
Molotov (Perm) State University.

Received
27. II. 1941.

REFERENCES

[1] В. Я. Альтберг, Природа, **10**, 1036 (1930). [2] В. Я. Альтберг, Изв. гос. гидрол. ин-та, **26—27**, 68 (1930); **32**, 77 (1931). [3] В. Я. Альтберг и В. Ф. Трошин, там же, **32**, 93 (1931). [4] В. Я. Альтберг, Природа, **23**, 12, 74 (1934). [5] Б. П. Вейнберг, Лед. Свойства, возникновение и исчезновение льда (1940). [6] В. И. Вернадский, История природных вод, ч. 1, вып. 1. История минер. земной коры, II (1933). [7] М. П. Головков, Уч. Зап. Ленингр. ун-та, **21**, сер. геол.-почв. наук, вып. 5; Тр. ин-та земной коры, 11 (1934). [8] М. П. Головков, Зап. Всес. минер. об-ва, сер. 2, ч. LXII, вып. 2,163 (1939). [9] A. B. Dobrowolski, Historja Naturalna Lodu, W. (1923). [10] A. B. Dobrowolski, Bull. de la Soc. Franç. de Minér., **54** (1931). [11] С. В. Калесник, Общая гляциология (1939). [12] Н. И. Каракаш, Тр. СПБ об-ва естествоисп., XXXVI, 1, 11 (1905). [13] Н. Киттары, Журн. Мин. внутр. дел., **22**, 351 (1848). [14] И. Лепехин, Дневн. зап. путеш. Ив. Лепехина по разн. пров. Росс. государства 1768—1769 г., **2**, 4 (1771—1809). [15] Ю. Листов, Мат. для геологии России, XII (1885). [16] С. Ляличкая, Природа, **9**, 124 (1937). [17] Г. А. Максимович, Журн. прикл. хим., V, 8, 1075 (1932). [18] Г. А. Максимович, Сев.-Кавк. край, № 2—3 (1932). [19] Г. А. Максимович, Уч. зап. Пермск. ун-та, II, **2**, 93 (1936). [20] В. Маслов, Бюлл. Моск. об-ва исп. природы, отд. геол., XII, 1, 132 (1934). [21] В. Н. Махаев, Изв. Гос. геогр. об-ва, LXXI, **6**, 874 (1939). [22] Е. С. Федоров, Мат. для геологии России, XI (1883).

Translated by A. Brashnina.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

BIOCHEMIE

ÜBER DIE PROTEINASEN UND PEPTIDASEN DER LEBER

Von W. N. ORECHOWITSCH, A. S. KONIKOVA, A. A. TUSTANOVSKY, B. I. SCHOMIN und N. A. BRISKER

(Vorgelegt von A. D. Speransky, Mitglied der Akademie, den 25. IX. 1940)

Im Verlauf der letzten Jahre ist eine beträchtliche Anzahl von Arbeiten aus der Schule Bergmanns erschienen, die es als zweifelhaft erscheinen lassen, ob die Einteilung der proteolytischen Fermente in die beiden Gruppen—Proteinasen und Peptidasen—eine zweckmässige ist.

Die Basis für diese Zweifel bilden die Versuche Bergmanns und seiner Mitarbeiter mit nach der Methode von Anson (1), Fruton und Bergmann (2) gereinigtem Katepsin. In ihren Versuchen spalteten Katepsin-Präparate aus Rindermilz verschiedene Di- und Polypeptide in saurem Medium (pH=4—5). Hierbei wurden viele Peptide (darunter auch Dipeptide, wie z. B. Glycyl-Glycin, dl-Leucyl-Glycin u. a.) durch diese Fermentpräparate nur in Gegenwart von Aktivatoren (Cystein, Glutathion und Ascorbinsäure) gespalten.

Die genannten Beobachtungen Bergmanns stehen in Widerspruch zu den in der Literatur befindlichen Angaben (4) über die Bedingungen der Dipeptidasewirkung. Letztere sind bekanntlich aktiv in schwach alkalischem Medium, wenig aktiv oder gänzlich inaktiv in saurem Medium und werden durch Cystein, Glutathion und Ascorbinsäure nicht aktiviert.

Diese Widersprüche geben Grund zu der Vermutung, dass die Gewebe zwei Arten von Dipeptidasen enthalten: die einen mit dem Optimum der Wirkung in schwach alkalischem, die anderen mit dem Optimum der Wirkung in saurem Medium. Zwecks Klarstellung dieser Frage stellten wir die unten genannten Untersuchungen mit Glycerinextrakten und Katepsin-Präparaten an, die nach der Anson-Bergmann'schen Methode und mit einigen höchst unbedeutenden Abweichungen von der Vorschrift aus Rinderleber hergestellt wurden.

Diese Modifikationen waren folgende: 1) Vor der zweiten Aussalzung der Eiweisse aus dem Filtrat wurde letzteres mit der doppelten (entgegen Bergmann) Menge Normalsalzsäure angesäuert und darauf bis pH=7.0 alkalisiert. 2) Das rohe Präparat wurde nach der Methode Flosdorf und Mudd (3) bei Gefrierenlassen im Vakuum ausgetrocknet.

Das trockene Präparat (ein weisses Pulver) lässt sich in zugeschmolzenen Ampullen gut aufbewahren, sogar bei Zimmertemperatur. Eine Abnahme der Aktivität ist erst nach zweimonatigem Aufbewahren zu verzeichnen. Von dem Fermentpräparat wird Gelatine nur in Gegenwart eines Aktivators (in unseren Versuchen Cystein) intensiv gespalten.

Versuchsbedingungen: 9—15 mg Trockenpräparat des Ferments in 2 cm^3 Wasser (oder 0.5 cm^3 Glycerinextrakt aus der Leber+1.5 cm^3 Wasser)+

+ 3 cm³ Citratpuffer (pH=4.1) oder Phosphatpuffer (pH=7.8) + 5 mg Cystein (in den Versuchen mit Aktivierung) + 0.5 cm³ $N/50$ Monojodessigsäure (in den Versuchen mit Hemmung) + 10—20 mg Peptid (oder 2 cm³ 8% Gelatine) + Thymol. 24-stündiges Stehenlassen in Thermostaten bei 37—38° C, darauf Ausfällung der Eiweisse mit 5 cm³ 10% Trichloressigsäure. Bestimmung des Amino-N nach van Slyke. Die Angaben der Tabelle zeigen den Zuwachs an Amino-N in mg in der Gesamtprobe.

Substrat	Katepsin nach Anson-Bergmann					Glycerinextrakt			
	pH=4.1		pH=7.8		pH=4.1	pH=4.1		pH=7.8	
	+Cystein	ohne Cystein	+Cystein	ohne Cystein	+Monojodessigsäure	+Cystein	ohne Cystein	+Cystein	ohne Cystein
Diglycyl-Glycin	0.91	0.86	0.0	0.0	—	0.0	0.0	1.60	1.30
dl-Leucyl-Glycin	0.51	0.80	0.0	0.0	—	0.0	0.0	1.14	1.14
	0.91	—	—	—	0.0	—	—	—	—
l-Leucyl-Glycin	0.57	—	—	—	—	—	—	—	—
Glycyl-Glycin	1.06	—	—	—	0.0	—	—	—	—
	—	0.40	—	—	0.0	—	—	—	—

Der Vergleich (siehe Tabelle) zwischen dem trockenen Fermentpräparat, hergestellt nach der Methode Anson-Bergmann, und dem Leber-Glycerinextrakt zeigte, dass die optimalen Bedingungen ihrer Dipeptidasewirkung völlig verschieden sind. Das trockene Fermentpräparat ist aktiv in saurem Medium (pH=4.1) und inaktiv in schwach basischem (pH=7.8). So spaltet z. B. dies Präparat dl-Leucyl-Glycin gut in saurem Medium und überhaupt nicht in schwach basischem. Glycerinextrakt spaltet umgekehrt dl-Leucyl-Glycin nur in Phosphatpuffer (pH=7.8) und nicht in Citratpuffer (pH=4.1).

Das von uns hergestellte Trockenpräparat ist aktiv in bezug auf Dipeptide ohne Zusatz von Aktivatoren, während Gelatine von diesem Fermentpräparat nur in Gegenwart von Cystein gespaltet wird. Monojodessigsäure in schwacher Konzentration bewirkt eine vollständige Hemmung der Dipeptidespaltung.

Es besteht demnach die Möglichkeit, die Dipeptidasen in zwei Gruppen einzuteilen, die sich untereinander durch die Bedingungen ihrer Wirkung unterscheiden. Während Katepsin die gleiche Wirkung sowohl in Präparaten nach Anson-Bergmann, wie in Glycerinextrakten ausübt, verhalten sich die Dipeptidasen verschiedenartig. Bei Behandlung des Gewebebreis mit Glycerin gehen nur jene Dipeptidasen in die Lösung über, die in schwach alkalischem Medium aktiv sind. Werden die Gewebe jedoch nach Anson-Bergmann (mit Modifikationen) behandelt, so ist Dipeptidasewirkung in saurem Medium festzustellen.

Wir stellten Versuche zur Isolierung der «sauren» Dipeptidasen von dem Katepsin an. In einem Falle gelang es, ein trockenes Fermentpräparat zu gewinnen, das Gelatine sehr aktiv und Dipeptid überhaupt nicht spaltet.

Abteilung für physiologische Chemie.
Institut für experimentelle Medizin.
Moskau.

Eingegangen
den 1. X. 1940.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Anson, J. gen. physiol., **20**, 565 (1937). [2] J. S. Fruton and M. Bergmann, J. biol. chem., **13**, 19 (1939). [3] E. W. Flosdorf and S. Mudd, J. Immunol., **34**, 469 (1938). [4] W. Grassmann, Erg. d. Enzymforsch., **1**, 129 (1932).

Übersetzt von A. Bernfeld.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

BIOCHEMIE

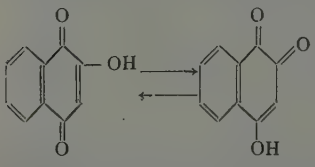
ÜBER DIE VITAMIN-K-AKTIVITÄT

Von K. PACKENDORFF, B. A. KUDRJASCHOW und E. N. LAZAREWA

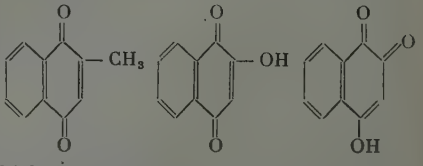
(Vorgelegt von N. D. Zelinsky, Mitglied der Akademie, den 12. II. 1941)

Bei systematischen Untersuchungen der antihämorrhagischen Wirksamkeit verschiedener Derivate des 1.4-Naphthochinons, konnten wir unter anderem feststellen, dass Naphthochinon-1.4-Sulfosäure-2 (als Natriumsalz) in ihrer Aktivität dem 2-Methylnaphthochinon-1.4 nahekommt. Ebenso haben wir festgestellt, dass 1.2-Naphthochinon-4-Sulfosäure (ebenfalls als Natriumsalz) eine beträchtliche Aktivität aufweist.

Die leztgenannte Tatsache ist insofern bemerkenswert, als bislang unter den Abkömmlingen des 1.2-Naphthochinons kein einziger Vertreter mit antihämorrhagischer Wirksamkeit bekannt ist. Die Aktivität dieser Naphthochinonsulfosäuren erklären wir damit, dass im Organismus ein Ersatz des Sulfosäurerestes durch eine Hydroxylgruppe stattfindet, wodurch 2-Oxynaphthochinon-1.4 bzw. 4-Oxynaphthochinon-1.2 entstehen. Diese beiden Substanzen befinden sich in ständigem Gleichgewicht:



Da die Aktivität dieser beiden Substanzen derjenigen des 2-Methyl-1. 4-Naphthochinons sehr nahe ist, kamen wir zu dem Schluss, dass nicht diese Substanzen als solche das biologisch wirksame Prinzip darstellen, sondern deren im Organismus auftretende Oxydationsprodukte. Stellt man die Strukturformeln dieser Stoffe einander gegenüber, so ist leicht zu ersehen, dass als einziges gemeinsames Oxydationsprodukt nur Phthalsäure auftreten kann:



Wir prüften Phthalsäure an Ratten, die infolge einer Unterbindung des ductus choledochus an Protrombinämie litten, und fanden, dass diese Säure in grossen Gaben eine merkliche Aktivität besitzt.

Auf Grund unserer Versuche gelangen wir zu der Ansicht, dass alle bisher bekannten Substanzen mit Vitamin-K-Wirkung im Organismus ebenfalls oxydiert werden, und dass erst diese Oxydationsprodukte den «antihämorrhagischen Faktor» liefern. Ob dieser «Faktor» mit Phthalsäure identisch ist, oder ob ein anderes Zwischenprodukt der Oxydation des Naphthalins zu Phthalsäure für die antihämorrhagische Wirksamkeit verantwortlich zu machen ist, kann nur auf Grund weiterer Versuche entschieden werden.

Eingegangen
den 11.II.1941.
Übersetzt von Ludmila Packendorff.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

GENETICS

PRODUCTION OF *T. PERSICUM* × *T. TIMOPHEEVI* AMPHIDIPLOIDS

By A. R. ZHEBRAK, Member of the Academy of the White Russian SSR

After the method of obtaining amphidiploids in wheats by the treatment of the hybrid sead with a colchicine solution had been improved by the author, it became possible to obtain amphidiploid types of wheat in mass, and use at large the species' and varietal wealth of this crop in crossing. In our attempts to produce new amphidiploid types of wheat, *T. persicum* along with other species and varieties was crossed with *T. Timopheevi*.

T. persicum is of interest for the purpose of hybridization because it is resistant to mildew and to some rust strains, because its distribution boundary in the mountains runs higher than that of the other wheat species, and because it has a short growing period, which permits to class it with early wheats. Morphologically *T. persicum* is distinguishable from other wheat species by the presence of awns on its spikelet scale. The species is represented by an array of varieties with well expressed morphological characters, which make it suit well the purposes of a hybridological analysis.

In order to obtain hybrid seeds of the first generation, two most widespread varieties of *T. persicum*, the *stramineum* and the *rubiginosum*, were crossed with *T. Timopheevi* in 1939. When the variety *stramineum* was involved in the cross, *T. Timopheevi* was used as the male parent, while it was used as the female parent in crosses with the variety *rubiginosum* (Table 1).

Table 1

Combinations	Number of pollinated flowers	Number of hybrid kernels	% of seed setting
T. persicum, v. *stramineum* × *T. Timopheevi*	172	6	3.5
T. Timopheevi × *T. persicum* v. *rubiginosum*	62	2	3.2
T. persicum, v. *rubiginosum* × *T. Timopheevi*	114	0	0

As may be seen from the table, only eight grains were used in the experiment with colchicine treatment. Of these eight grains one, obtained by crossing *T. Timopheevi* with *T. persicum*, v. *stramineum*, was poorly filled and injured; so it could not be used in the test. Accordingly, there were only seven good grains. These 7 grains were treated with colchicine solution while in the stage of seedings for 44 hours, and the result was 4 plants, 2 from each one of the above combinations. All four plants proved to bear amphidiploid spikes. I am particularly satisfied with the fact that there were only two grains

Table 2

Nos. of experiments and combinations	Number of hybrid kernels tested	Concentration of colchicine solution	Duration of treatment	Number of plants obtained	Number of plants with amphidiploid spikes	Total number of spikes	Number of amphidiploid spikes	Total number of seeds in amphidiploid spikes	Number of completely sterile spikes	Number of spikes with single seeds	Total number of seeds in them
81	5	0.025	44	2	2	25	12	185	12	1	1
84	2	0.025	44	2	2	27	10	136	15	2	2

in the combination *T. Timopheevi*×*T. persicum*, v. *rubiginosum*. Both of them, after they were treated as seedlings with the colchicine solution, survived and gave plants with amphidiploid spikes. So successful a result is evidence that we in fact have essentially improved the technique of colchicine treatment of interspecific wheat hybrids. The data on the number of spikes with and without amphidiploid grains are given in Table 2.

In the hybrid plants *T. persicum* v. *stramineum*×*T. Timopheevi* the stem, the leaves and spikelet scales were strongly pubescent. The spike was white in colour. In the amphidiploids *T. Timopheevi*×*T. persicum* v. *rubiginosum* the spike was of a yellow-red shade. The awns exceeded the spike in length. The length of the dent varied greatly: it was 1—2 mm in the lower part of the spike; 3.5 mm and more in the upper part. With regard to the dent size, the spike showed an unmistakably chimeral structure: neighbouring spikelets often differed strongly in the length of their dents. The kernel was red, flinty and nearly as long as the kernel of *T. Timopheevi*; it was not quite well filled. The absolute weight of amphidiploid kernels was determined in the combination *T. persicum* v. *stramineum*×*T. Timopheevi*. The total weight of the 66 kernels from 3 amphidiploid spikes was 2.83 g, which made 42.4 g for 1000 kernels.

The normal flowering in a number of spikes, followed by the formation of a normal viable pollen and by normal setting of seeds, is, in the face of entirely sterile spikes on the same plant, sufficient evidence for the presence of amphidiploids in the combination studied. But, to make sure, I have subjected the plants obtained from seeds of normal fertile spikes in F_1 to a cytological examination. This was made with 2 kernels from a normal fertile amphidiploid spike of an F_1 plant from a cross *T. Timopheevi*×*T. persicum* v. *rubiginosum*. The seeds were allowed to germinate in the thermostat at 22—24° C, but only one of them was able to do so under these conditions. After fixation the germinated kernel was picked off into a pot and left to stand on the windowsill in the laboratory. At present this plant is in the stage of 3 leaves. By the pubescence of their leaves, which is a typical feature of these hybrids, they are not distin-

guishable from the amphihaploid forms of the same combination. The colour of leave in amphidiploid plants is a more intense green, while the leaves are thicker and more elastic.

Chromosome counts in somatic cells of the fixed plant gave a number of 56. In this case, as in the cases of amphidiploids described earlier for *T. durum*×*T. Timopheevi* (1), there was obtained an octoploid type of wheat. This differed somewhat from the amphidiploid *T. durum*×*T. Timopheevi* in the type of both grain and spike. The equal chromosome number and the similar character of pubescence in the leaves, stem and spikelet scales give ground for referring the new 56-chromosome amphidiploid *T. persicium*×*T. Timopheevi* to the species *Triticum sovieticum** I obtained in my previous experiments. The morphological distinctions between the amphidiploid *T. persicum*×*T. Timopheevi* and the amphidiploid *T. durum*×*T. Timopheevi* enable us to consider these amphidiploids as different varieties of a single species, *Triticum sovieticum*. Actually my list of amphidiploids now consists of *T. turgidum*×*T. Timopheevi*, *T. polonicum*×*T. Timopheevi* and *T. orientale*×*T. Timopheevi*. Of them *T. turgidum*×*T. Timopheevi* and *T. orientale*×*T. Timopheevi* have already been examined cytologically and found to contain 56 chromosomes, as well. They are referred by me to different subspecies of the species *T. sovieticum*. A more detailed description of these new types of amphidiploids will be published elsewhere. Amphidiploids of *T. persicum*×*T. Timopheevi* are immune from mildew, *Erysiphe graminis*. This conclusion is drawn from the fact that there were no affected plants among the F_1 hybrids with amphidiploid spikes grown in the greenhouse, while other hard and soft wheats growing by their side were strongly affected with mildew. Amphidiploids of *T. persicum*×*T. Timopheevi*, as all the other amphidiploid wheats obtained from crossing with *T. Timopheevi*, appear to be of interest as a new species of wheat with a new chromosome complex and new qualitative characters.

In conducting the experimental part of this work I was assisted by A. S. Afanassieva, A. D. Belova, P. T. Skotnikova, M. G. Tom, A. A. Fedorov, and others, to whom my thanks are due.

Department of Genetics.
Timiriasev Agricultural Academy.
Moscow.

Received
12. XI. 1940.

REFERENCES

1 A. R. Zhebrak, C. R. Acad. Sci. URSS, XXV, № 1 (1939).

Translated by D. Rakhmanov.

* Not T. *sovietica* as I used to write in my previous paper (1). In modifying the name I have followed the advice of K. A. Flaxenberger, P. M. Zhukovsky, M. S. Navashin, G. A. Levitsky and others.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

PLANT PHYSIOLOGY

CHLORIDE DYNAMICS IN SOILS UNDER *BETULA KIRGHISORUM* AND SOME NEW DATA ON ITS SALT-RESISTANCE

By I. A. KRUPENIKOV

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 27. II. 1941)

It has already been reported by the author in these Comptes Rendus (1) that *Betula kirghisorum*, a birch tree discovered by M. Savich (2) in Naurzum forest of the province of Kustanai, is remarkable for its salt-resistance, being able to tolerate a high content of easily soluble sulphates, and partly of chlorides, in the soil.

The problem of salt-resistance of woody species is one of practical importance and has duly invited the attention of several different workers (3–5). So in the case of this birch, too, it is essential to investigate the dynamics of humidity and of Cl' content. Such investigation was started by the author in the summer of 1940.

Two typical plots were chosen in Naurzum forest near the lake of Kotan-Tal. In both of them the soil can be said to be of the meadow-solonchak type, but it was less saline in the first than in the second. The plants developed normally on both plots during the summer of 1940. The concentration of salts was at maximum in the upper horizon, which contained rather large quantities of organic matter. In respect to mechanical composition the upper horizons were light or medium heavy loams, while sand was the underlying rock in both cases. The depth of the water table below the surface was not considerable and the water was rather strongly mineralized (Table 1). Owing to such a character of the soil profile and the nearness of the water table, strong concentrations of readily soluble salts are created here near the sur-

Table 1

Chemical Analysis of Ground Water from *Betula kirghisorum* Pegs (in g/l)

Place of sampling	Depth in cm	Dense residue	Total alkalinity in HCO'	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$
Lake Kotan-Tal, plot 1 . . .	170	1.192	0.333	0.328	0.098	0.128	0.069
Shor Kzyl-Sharp	186	1.276	0.395	0.350	0.181	0.168	0.081
Lake Kotan-Tal, plot 2 . . .	117	2.056	0.143	0.731	0.179	0.332	0.057

ace in the summer by the evaporation of large quantities of ground water. And the summer of 1940 was a dry and a hot one. For the period of observation, from June 11 till September 2, the precipitation totaled 44 mm, while a many years average for the interval from June till August inclusive is about 100 mm.

The moisture (Table 2) in the soil and the content of Cl′ (Table 3) were measured 5 times at those depths which we considered to be the most important. All tests were done in duplicate. In Tables 2 and 3 are given their mean data. From these one sees that variations in Cl′ show a different trend compared to variations in moisture. Accordingly, the concentration of chlorides in the soil solution may be supposed to have been increasing at a very high rate during the period of observation.

Table 2

Variation of Soil Humidity under *Betula kirghisorum* (in % per 100 g of dry soil)

Plot	Depth in cm	June 11	July 27	June 12	Aug. 13	Sept. 2
1	5—10	26.2	30.0	27.3	22.0	20.8
1	20—30	28.6	20.8	30.5	25.1	9.9
1	80—90	24.5	22.1	17.8	12.3	8.4
2	5—10	46.3	36.0	45.7	33.8	24.6
2	20—30	22.5	21.7	9.2	7.2	8.9
2	60—70	24.3	24.3	22.8	10.9	9.3

The salt-resistance of a given plant must be judged from the concentration of salts in the soil solution, rather than from their total amount in the soil. Some calculations were therefore made by me on the basis of the data obtained, in order to estimate the concentration and its variation in the course of the experiment in an approximate manner. No precise estimation of the concentration of any salt or ion is possible without studying the soil solution directly. But in conventional terms one can describe the concentration of Cl′ in the soil solution by the following ratio:

$$\frac{\text{Per cent of Cl}' \text{ in the dry soil}}{\text{Per cent of moisture in the dry soil}} \times 100$$

In the case of Cl′ ions this formula is all the more justifiable, since the chlorides occurring in the soil in appreciable quantities, as NaCl, KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, are all very soluble. It may be remarked, however, that in obtaining the conventional concentration of Cl′ by means of this formula the total moisture of the soil (denominator) is considered to be the solvent of the soil solution. As a matter of fact, this moisture includes hygroscopic water. Making allowance for the latter would increase the value of the conventional concentration of Cl′, as obtained from the formula. But in our case the relative amount of hygroscopic water was very small in the lower horizons and was something about 3% in the upper. Such magnitudes could not substantially affect the results of calculation, and so all water was considered by me as the solvent water of the soil solution. The data on the concentration of Cl′ ions are given in Table 3 (column 2).

In an earlier work (1) I have shown that under natural conditions *Betula kirghisorum* is very resistant to sulphates. Now we see that it is also resistant enough to high concentrations of readily soluble chlorides, particularly to NaCl. Partly its strong resistance can be accounted for by the so-

Table 3

Variation of Cl'Ions Content in the Soil under *Betula kirghisorum* [column I — % in 100 g of dry soil; column II — % in 100 g of soil solution (conventional concentration)]

Plot	Depth in cm	June 11		June 27		July 12		August 13		Sept. 2	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	5 — 10	0.022	0.084	0.134	0.447	0.234	0.866	0.209	0.950	0.211	1.005
1	29 — 30	0.057	0.200	0.083	0.400	0.139	0.463	0.071	0.284	0.099	1.000
1	80 — 90	0.006	0.025	0.043	0.195	0.042	0.266	0.017	0.142	0.018	0.214
2	5 — 10	0.058	0.126	0.109	0.300	0.124	0.269	0.615	1.801	0.689	2.756
2	20 — 30	0.021	0.096	0.040	0.182	0.008	0.089	0.039	0.541	0.105	1.179
2	60 — 70	0.017	0.070	0.014	0.058	0.008	0.035	0.11	0.100	0.026	0.279

called antagonistic influence of different salts, since sulphates and bicarbonates were also present in large quantities in soils. But to a great extent it is due to the physiological peculiarities of the tree itself, for no other woody species occurs alongside of it there.

The root system of *Betula kirghisorum* and the plant as a whole have become adapted to the increased osmotic pressure of a soil solution of high concentrations. In Table 4 are given the approximate data obtained after recalculation.

The latter was done on the assumption that only one salt, NaCl, was present in the soil solution. Vant Hoff's factor i was put at 1.80 in all cases. This value corresponds to a normal solution of NaCl. In our case, however, the concentration was always lower and the values of osmotic pressure are therefore underestimated. As besides NaCl there is also a substantial amount of sulphates and bicarbonates in that soil ([1]), the osmotic pressure of the soil solution is likely to reach sometimes a value of 35—40 atm. and more. According to N. A. Maximov, an increase of osmotic pressure to 5—10 atm. may interfere seriously with the intake of water by the plant ([6]). There are some indications in literature that in the root sap of *Eucalyptus* the osmotic pressure is 5.3 atm.; that it is 4.3 to 5.9 atm. in the root sap of lilac *(S. vulgaris)* ([7]). Comparing these data with those just reported, we are bound to conclude that in the *Betula kirghisorum* we have a species very well fitted physiologically to a soil solution of high concentration.

Table 4

Plot	Depth in cm	NaCl g/l	Osmotic pressure in atm.
1	5—10	16.5	11.5
1	20—30	16.4	11.5
1	80—90	3.5	2.5
2	5—10	45.3	31.1
2	20—30	20.7	14.9
2	60—70	4.6	2.9

National Park of Naurzum.
Kazakhstan.

Received
25. II. 1941.

REFERENCES

[1] I. A. Krupenikov, C. R. Acad. Sci. URSS, XXVI, № 7 (1940). [2] В. М. Савич, Вестн. Тифл. ботан. сада, вып. 25 (1912). [3] В. А. Бодров, Полезащитное лесоразведение (1937). [4] P. S. Harris, Utah Agr. Coll. Exp. St., № 41 (1920). [5] P. L. Hibbard, Univ. of California, № 292 (1925). [6] Н. А. Максимов, Краткий курс физиологии растений (1938). [7] И. А. Каблуков и др., Физическая и коллоидная химия (1935).

Translated by D. Rakhmanov.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

ZYTOLOGIE

VARIATIONEN DER CHROMOSOMENANZAHL IN SOMATISCHEN GEWEBEN DER HAUSKATZE

Von S. A. PLETNEW

(Vorgelegt von I. I. Schmalhausen, Mitglied der Akademie, den 18. II. 1941)

In der zytologischen Literatur der letzten Jahrzehnte erscheinen von Zeit zu Zeit Arbeiten, die uns davon berichten, dass die Beschaffenheit des Karyotyps der Somazellen bei manchen Tieren den klassischen Vorstellungen, nach denen alle somatischen Elemente denselben artspezifischen Chromosomenkomplex tragen, nicht entspricht ([1–17]).

Prof. Fomin hat uns nun vorgeschlagen, an der von Prof. Shiwago ([18–20]) unternommenen Revision der klassischen Vorstellungen von der vollständigen Stabilität des somatischen Karyotyps in der Ontogenese auf allen Stufen der Phylogenese und des klassischen Schema, nach denen, mit nur äusserst seltenen Ausnahmen, die Veränderungen des Karyotyps nur im Abwechsel der Haplo- und Diplophase bestehen, teilzunehmen. Für die erste Arbeit der unternommenen Serie wählten wir als Objekt die Gewebe des Omentum der neugeborenen Katze. Es eignet sich gut für die Vorbereitung der Totalpräparate. Das Omentum wurde dabei unter tiefer Narkose des Tieres auf eine Korkplatte aufgespannt und im modifizierten Flemingschen Gemische* fixiert. Gefärbt wurde nach Feulgen, mit einer Hydrolyse von 20 Min. Das Material war reich an Mitosen, die man an gut gestreckten Häuten auch bei stärksten Immersionssystemen studieren konnte.

Die Möglichkeit, bei karyologischen Forschungen den Gebrauch des Mikrotoms zu vermeiden, ist wohl sehr vorteilhaft, da dabei auch alle Schädigungen völlig vermieden werden, die den mitotischen Figuren beim Schneiden zugefügt werden können. Gemeinsam mit der Feulgenschen Färbungsmethode gibt das dem Material eine besondere Überzeugungskraft und beseitigt alle technischen Momente, wegen derer die Autoren zuweilen an Resultaten der Untersuchungen zweifeln, falls sie Schwankungen in der Chromosomenanzahl aufweisen ([21]). Auch die Einwendungen, die man gegen Resultate erhebt, die an Amnionen und anderen Embryonalhäuten gewonnen waren, sind für unsere Materiale, als postembryonale Gewebe, völlig beseitigt**.

Nach den genau zusammentreffenden Angaben der vier Koryphäen der modernen Karyologie [Winiwarter ([22]), Minouchi ([23,24]), Oguma ([25]) und Mathey ([26,27])] besteht der Chromosomenkomplex der Gonien der Katze aus 38 Elementen—36 Autosomen und 2 Heterochromosomen.

* 2% Osmiumsäure—1.0; 1% Chromsäure—16.0 und Eisessigsäure—2 Tropfen.

** Die Einwendungen gegen aktiv wachsende Embryonalhäute als nur temporär funktionierende Gewebe müssen aber ihrerseits abgelehnt werden, da die Angaben von Andres u. Jiv ([15]) klar gezeigt haben, dass der Prozentsatz der aberrant ablaufenden Mitosen in solchen Amnionen sogar niedriger ist, als in anderen Embryonalgeweben desselben Alters.

In Ovogonien sind stets zwei grosse Elemente vorhanden, die der algebraischen Wurzel ähnlich sind, in Spermatogonien dagegen ist nur ein solches Element zu finden, das andere ist aber durch ein winziges *Y*-Chromosom ersetzt. Wir haben es hier also mit dem Typus $XX—XY$ und mit der männlichen Digametie zu tun, wie das bei den meisten Säugetieren der Fall ist.

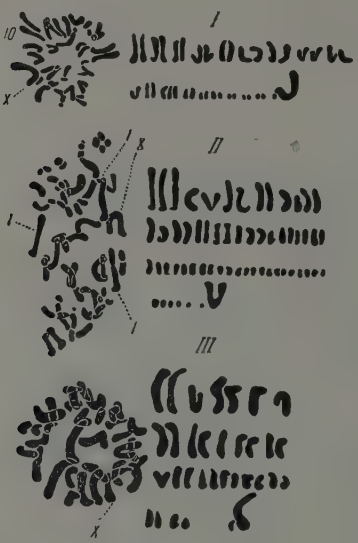


Abb. I—III.

Im orthoploiden Komplex (Abb. I) unterscheiden wir, mit Winiwarter, 7 Paar grösserer Elemente, 6 Paar mittlerer und 5 Paar von kleineren Dimensionen; die letzten sind aber dennoch nicht so klein, dass ihre Zählung Schwierigkeiten bereiten könnte. Die genannten Gruppen sind mit nicht allzu scharfen Übergängen verbunden, was nun dem Karyologen nicht die Möglichkeit nimmt, die Individualisierung einer bedeutenden Anzahl von Komplexkomponenten zu vollziehen. In dieser Hinsicht stimmen unsere Angaben mit denen von Winiwarter ([22]) gut überein.

In anderen Hinsichten aber stehen unsere Angaben über die Karyologie des Katzensoma mit denen der vier erwähnten Zytologen über die Gonien in entschiedenem Widerspruch. Die Anzahl der Komplexkomponente in Gonien ist, nach Angaben der Verfasser, stabil, in somatischen Geweben unseres Objekts werden dagegen beträchtliche Variationen in der Anzahl der Chromosomen in Grenzen von 32 bis 65 beobachtet. Wir haben 16 ausschliesslich klare Figuren* untersucht; die Variationen waren in folgender Weise verteilt:

Zellen	mit	32	Chromosomen	trafen	wir	2	Mal	an
»	»	33	»	»	»	1	»	»
»	»	38	»	»	»	2	»	»
»	»	42	»	»	»	2	»	»
»	»	44	»	»	»	1	»	»
»	»	46	»	»	»	3	»	»
»	»	47	»	»	»	1	»	»
»	»	57	»	»	»	1	»	»
»	»	60	»	»	»	1	»	»
»	»	64	»	»	»	1	»	»
»	»	65	»	»	»	1	»	»

Die Angaben der vier Koryphäen über die Gonien der Katze zwingen uns die meisten (bis zu $^2/_3$) der Variationen als hypersome zu schätzen, da sie mehr als 38 Komponenten besitzen. Die karyologische Analyse gibt dazu ganz genaue Hinweise. So z. B. haben wir auf der Abb. II eine klar auftretende Trisomie für das erste Chromosom, und entschieden mehr ähnliche Elemente zwischen den mittleren und kleinen, als im orthoploiden Komplex. In hyposomen Figuren ist es, im Gegenteil, nicht schwer das Fehlen entsprechender Elemente festzustellen. So fehlt in der Metaphase, die auf der Abb. III dargestellt ist, augenscheinlich je ein Partner im II, IV, V Paare und in zwei kleineren. Die Analyse weist weiter klar genug darauf hin, dass die

* Alle Zeichnungen sind mit Zeiss Imm. Achr. ×100 und komp. Ok. ×18 gemacht worden, wobei das Papier auf 40 cm unter der Ebene des Arbeitstisches lag; bei der Reproduktion sind die Figuren bedeutend verkleinert worden.

Dynamik der Entstehung der heterosomen Kombinationen hier mit dem Nichtauseinanderweichen und mit der Elimination der Chromosomen, ebenso wie mit den multipolaren Mitosen in Zusammenhang stehen müssen([15],[17]). Die entsprechenden Bilder—meistens die des Nichtauseinanderweichens—haben auch wir in unserem Material gesehen.

Die strenge Elektivität der Kernfärbung, die bei Feulgens Methode erzielt wird, erlaubt uns leider nicht, die Zugehörigkeit der untersuchten Figuren zu gewissen Geweben genau festzustellen. Es ist aber dennoch gänzlich klar, dass sie hier nicht alle zur selben Kategorie gehören. So unterscheidet sich die Figur in Abb. III deutlich von anderen durch grössere Dimensionen ihrer etwas verdickten Komponenten, und sie gehört augenscheinlich einer Wanderzelle an, die direkt einem Kapillare anliegt.

Zum Schluss der ersten Mitteilung müssen wir nun unterstreichen, dass der Vergliech der ausschliesslich gut übereinstimmenden Angaben über die Gonien der Katze von Winiwarter, Minouchi, Oguma und Mathey einerseits und unserer Angaben über dessen Soma andererseits fast völlig dasselbe zeigt, was Hance ([14]) für das Schwein beschrieben hatte; bei ihm standen alle somatischen Varianten (40—91) nach der Anzahl der Komplexkomponenten höher, als die Gonien, die stets 40 behielten. Nahe stehen diese Resultate auch den Ergebnissen, zu denen uns der Vergleich einiger Arbeiten über das Embryonalsoma des Menschen ([15]) und die zahlreichen Untersuchungen über dessen Gametogenese führt*. Es soll dabei aber bemerkt werden, dass die Interpretation der konstatierten Phänomene, zu der Hance ([14]) die Fragmentation der Chromosomen, deren Fragmente stets das Teilungsvermögen bewahren sollen, largo manu heranzog, den modernen Zytologen nicht mehr befriedigt. Die gute Übereinstimmung aber mit unseren Angaben über das Katzensoma veranlasst uns auch für das Schwein dieselbe Dynamik anzunehmen.

Es mag hier darauf hingewiesen werden, dass die beschriebenen Variationen in der Chromosomenanzahl wohl mit Störungen des ursprünglichen (den Gonien und der Zygote eigenen) Genoms verbunden sind.

Endlich sei bemerkt, dass wir, die Spezifik verschiedener phylogenetischer Etappen beachtend, ebenso wenig wie Shiwago ([16]) das mechanische Übertragen unserer Angaben auf andere Objekte für gerechtfertigt halten.

Abteilung für Histologie.
Medizinisches Institut. Winniza.

Eingegangen
den 18. II. 1941.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Kahle, Zoologica, **21** (1908). [2] Метц, Journ. Exper. Zool., **21** (1926). [3] Metz, Proc. Nat. Acad. Sci., **20** (1934). [4] Metz, Moses und Hoppe, ZS. Ind. Abst. u. Ver., **42** (1926). [5] Metz and Schmuck, Proc. Nat. Acad. Sci., **17** (1931). [6] Du-Bois, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, **5** (1932). [7] Holt, Journ. Morphol., **29** (1917). [8] Frolowa, ZS. Zellforsch., **33** (1926). [9] Frolowa, ZS. Zellforsch. u. mikr. Anat., **19** (1933). [10] Sanderson, Genetica, **14** (1932). [11] Geitler, ZS. Zellforsch., **26** (1937). [12] Geitler, Chromosoma, **1**, **2** (1939). [13] Hance, Journ. Morphol., **43** (1926). [14] Hance, ibid., **30**, 1 (1917). [15] Андресиан, Биолог. журн., **4**, 3 (1935). [16] Живаго и Пешковская, Арх. анат., гист.и эмбр., **15**, 2 (1936). [17] Живаго, там же, **17**, 2/3 (1938). [18] Живаго, Зоол. журн., **13** (1934). [19] Живаго, Тр. Ин-та экспер. морфогенеза, **3** (1935). [20] Shiwago, Bull. Biol. de France et de Belgique, **73** (1939). [21] Соколовы Трофимов, Биолог. журн., **2**, 3/4 (1932). [22] Winiwarter, Arch. Biol., **49**, 1 (1938). [23] Minouchi, Proc. Imp. Acad. Tokyo, **4** (1928). [24] Minouchi. Cytologia, **1** (1929). [25] Oguma, Cytologia, **5** (1934). [26] Mathey, C. R. Soc. Biol., **112** (1932). [27] Mathey, Arch. Biol., **47** (1936).

* Die Urgesetzmässigkeiten, denen die Veränderungen des somatischen Karyotyps in der Ontogenese der höheren Wirbeltiere unterliegen, und eine Hypothese für deren Erklärung sind zum ersten Male von Shiwago in dem Artikel formuliert, der im VII. Band der «Arbeiten aus dem Institut für Exper. Morphogenese» erscheinen wird. Wir hatten Gelegenheit die Arbeit in der Korrektur zu lesen.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

EVOLUTIONSMORPHOLOGIE

ÜBER DIE SPEZIFITÄT DER DEFINITIVEN UMBILDUNGEN DES HERZENS IM MÜNDUNGSGEBIET DER PULMONALVENEN IM PROZESS SEINER ENTWICKLUNG BEI DEN HÖHEREN TIEREN UND BEIM MENSCHEN

Von W. N. SHEDENOW

(Vorgelegt von I. I. Schmalhausen, Mitglied der Akademie, den 10. I. 1941)

Das Problem der Umbildungen des Mündungsgebiets der Pulmonalvenen im Herz ist neben dem Gebiet des *Sinus venosus* eines der interessantesten in der Ontogenese und Phylogenese des Herzens, und ausserordentlich wichtig hinsichtlich der Endresultate der hier erfolgenden formbildenden Prozesse.

Wir führten Untersuchungen an umfangreichem Material durch: Herzen von Haustieren (257), deren wichtigstes Objekt *Bos taurus* war, Herzen von wilden Tieren (19), menschliche Herzen (26) auf verschiedenen Stufen der embryonalen und postembryonalen Entwicklung, sowie Fisch-, Amphibien-, Reptilien- und Vögelherzen (18). Wir verwendeten anatomische, embryologische und histologische Untersuchungsmethoden, sowie die von uns für wissenschaftliche Forschungszwecke ausgebaute Methode der Herzsezierung.

Die embryonalen Umgestaltungen der *Vena pulmonalis* bei den Placentalia und beim Menschen, die zur Einbeziehung und Einverleibung ihrer Mündung in die linke Vorkammer führen, sind hinsichtlich ihrer Anfangsstadien seinerzeit ausreichend erforscht und beschrieben worden, ebenso wie die diesbezüglichen phylogenetischen Veränderungen ([5,6,7,9,10,20,21,25]). Noch eingehender sind sie in letzter Zeit von Schornstein ([26]) behandelt worden. In ihren Endstadien sind diese Umbildungen jedoch bei den Placentalia nicht detailliert erforscht und bieten nach unseren Befunden eine Reihe von Besonderheiten ([11,12]). Wie wir festgestellt haben, entsprechen sie in ihren endgültigen Resultaten nicht jenen beim Menschen. Beim Menschen ist dieser historisch bedingte Prozess in viel vollständigerem Grade ausgeprägt, ferner liegt im definitiven Stadium eine Anzahl von spezifischen Eigentümlichkeiten vor. Seit Keith ([14]) ist es üblich, das Gebiet des linken Atriums, das der Einmündung der primären *V. pulmonalis* entspricht, als besonderen Abschnitt abzutrennen. Diesem Autor zufolge ist beim Menschen dieser Abschnitt nach aussen durch eine Furche, nach innen durch einen Muskelstrang von dem übrigen Atrium abgetrennt. Doch wird von Tandler ([23]) das Vorhandensein der letzteren bestritten. Der genannte Abschnitt

wird von manchen Autoren als *Recessus atrii sinistri* bezeichnet. Bei Tieren besteht gewöhnlich kein Hinweis darauf.

Nach unserer Auffassung hebt sich, analog dem Sinusgebiet des Atriums, bei den höheren Tieren auch im linken Atrium sein dorso-kaudaler Abschnitt deutlich ab in Form eines erweiterten, nach aussen sich deutlich abzeichnenden sphärischen Teils, der an das *Septum atriorum* grenzt. Dieser glattwandige, wie eine Vertiefung des Atriums von innen erscheinende Teil, von dessen übrigem Teil er bis zu einem gewissen Grad durch einen gesonderten Muskelstrang abgegrenzt ist, kann in Analogie zu dem entsprechenden Gebilde beim Menschen gleichfalls als *Recessus atrii sinistri* bezeichnet werden. Er ist bei den Placentalia und insbesondere bei den Haustieren verhältnismässig klein. Eben in die Ausbuchtung des Recessus ergiessen sich die Lungenvenen. Die Grenze zwischen ihm und dem Atrium kann bedingt als *Sulcus* (von aussen) und *Crista* (von innen) *terminales atrii sinistri* bezeichnet werden. Beim Menschen unterscheidet sich der Recessus, wie wir festgestellt haben, sehr stark sowohl der Form, wie der Grösse nach. Im Verhältnis zur Vorkammer und vor allem zu ihrem Ohr ist er viel voluminöser, als bei den Tieren, und bildet einen umfangreichen, eigentümlich geformten Sack. Seine Grenzen sind wenig markiert, er ist gleichsam verschmolzen mit dem eigenen Teil der Vorkammer. Am deutlichsten erscheint seine Grenze mit dem nach vorn gelegenen Herzohr. Der Recessus ist beim Menschen von rundlich-viereckiger, in querer Richtung gestreckter Form. In diese seine rechten und linken Endabschnitte münden paarweise die Pulmonalvenen ein.

Aus dem oben gesagten folgt, dass der Recessus des linken Atriums beim Menschen im Lichte der Entwicklungsgeschichte eine Form darstellt, die gegenüber den Tieren auf einer höheren Stufe der Organisation steht. Als wichtigste Kriterien hierfür dienen: sein vollständigeres Verschmelzen mit dem eigenen Teil des Atriums und sein beträchtlicher Umfang. Die Spezifität der Form wird, wie wir weiter unten sehen werden, von der Eigenart der Lungen- und Thoraxform bedingt.

Hinsichtlich der Einmündung der Pulmonalvenen wird in den Literaturangaben gewöhnlich einfach auf deren verschiedene Anzahl (von 3 bis 9) hingewiesen, wobei letztere sogar in bezug auf ein- und dieselbe Tierart starke Differenzen aufweist ([1],[4],[15],[16],[22],[27], u. a.)*. Beim Menschen werden gewöhnlich vier Venen angegeben ([2],[9],[23] u. a.). Allgemein bekannt ist die Tatsache des Vorhandenseins von Muskelfasern des Atriums an der Mündung der Pulmonalvenen. Sie sind bei den verschiedenen Arten von Säugetieren verhältnismässig gründlich untersucht von Calabresi, sowie von Baudrimont und Lachaud ([13],[3])**. Bei den grossen Tieren jedoch und beim Menschen wurde einfach angenommen, dass das Myocard auf den Pulmonalvenen kurz sei und nicht über die Grenzen des Pericards hinausreiche. Der Verlauf der Myocardfasern bei Haustieren ist von Winterstein, Papez u. a. ([8],[18]) untersucht worden, beim Menschen von Papez, Otterbach, Amano u. a. ([18],[17],[2]).

Durch unsere Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Mündung der Pulmonalvenen ins linke Atrium (seinen Recessus) bei den höheren Tieren, insbesondere bei den Huftieren, nicht durch einfachen Eintritt der Venen in

---

* Reighard und Jennings ([19]) geben allerdings in bezug auf Katzen an, dass die Venen in drei Gruppen einmünden, von denen eine jede sich in einen mehr oder weniger ausgebildeten Sinus oder einen zusätzlichen Teil der Atriumhöhle eröffnet, wenn auch ihre ausgeprägte Markierung bei kleinen Tieren zumindest zweifelhaft ist.

** Baudrimont und Lachaud stellten fest, dass sie bei kleinen Tieren (Mäusen, Ratten usw.) sich in den Lungen fast bis zu den letzten Verzweigungen der Pulmonalvenen erstrecken können («precoreillette intrapulmonaire»), und erklären dies mit der Notwendigkeit einer kompensatorischen Venenkontraktion, die der Kontraktion des Atriums vorangeht, wie bei Tieren mit rascher Blutzirkulation.

ihn zustandekommt, sondern in bestimmter Gruppierung mittels besonderer, eigenartig geformter, scharf hervortretender Muskelgebilde des Atriums vom Typus des Myocards. Sie stellen sozusagen Ausstülpungen des Atriums selbst nach seiten der Pulmonalvenen dar, mit entsprechenden Buchten oder Lakunen von der Innenseite, welche die eine oder andere Anzahl der in sie einfliessenden Venen aufnehmen. Diese Gebilde des Herzens werden darum auch von uns *Lacunae atrii sinistri* (*cordis*) *pro venis pulmonalibus*, oder abgekürzt, einfach *Lacunae venarum pulmonalium* benannt. Diese Lakunen stellen morphologische und funktionelle Gebilde des Herzens dar, und können ihrem Wesen nach, sowie der Sinusteil des rechten Atriums, im ganzen betrachtet werden als eine eigene Art von Praeatrium (*Praeatrium sinistrum cordis*). Am ausgeprägtesten und grössten sind sie bei den (schnellaufenden) Huftieren.

Die Lakunen des linken Atriums sind ganz gesetzmässig: sie sind nach Zahl, Form und Lokalisation konstant. Ihrer Struktur nach entsprechen sie dem Atrium, d. h. sie bestehen aus Endocard, stark entwickeltem Myocard und Epicard. Sie liegen in der Regel intrapericardial. Ihr wesentlichster Teil ist das Myocard, aus einzelnen, gut markierten Bündeln von Muskelfasern bestehend, die direkt ins Atrium übergehen. Diese Bündel, die die Lakunen selbst bilden, weisen eine komplizierte Lagerung auf; gewöhnlich sind sie in mehreren Schichten gelegen und haben verschiedenen Verlauf: ringförmig (sphinkterartig), schräg (schraubenförmig), längsverlaufend, sowie Mischformen. Die Zahl der Lakunen beträgt drei. Nach ihrer Lagerung auf dem Atrium können sie folgendermassen benannt werden: 1) *Lacuna centralis* (*atrii sinistri*), die wichtigste, grösste Lakune, die in der Spitze des Recessus liegt. Sie ist ausserordentlich gross und unterscheidet sich in dieser Hinsicht deutlich von den übrigen. Ihre Breite und Höhe sind annähernd gleich. Sie nimmt in ihre Spitze zwei sehr grosse Venen von den Zwerchfelllappen beider Lungen auf, sowie eine sehr kleine von dem zusätzlichen Lappen. 2) *Lacuna cranialis sinistra*, die kleinste der Lakunen. Sie ist lang und schmal und, wie auch die *Lacuna centralis*, in querer Richtung etwas komprimiert. Sie liegt neben der zentralen Lakune, links von derselben. Sie nimm. je eine kleine Vene vom Spitzenlappen und Herzlappen der linken Lunge auf. 3) *Lacuna cranialis dextra*, der Grösse nach in der Mitte stehend (wesentlich kleiner als die zentrale). Auch der Form nach nimmt sie eine Mittelstellung zwischen den vorher genannten Lakunen ein: sie ist nicht so breit, wie die *Lacuna centralis*, und nicht so hoch, wie die *Lacuna sinistra cranialis*. Bei Tieren, z. B. Wiederkäuern, mit asymmetrischer (und auch doppelter) Entwicklung der rechten Spitze ist diese Lakune in der Längsrichtung ausgedehnt und in zwei, voneinander nicht isolierte Abschnitte unterteilt. Sie befindet sich mehr vorn und rechts von der zentralen Lakune und liegt dem *Septum atriorum* dicht an. Sie nimmt zwei bis vier kleine Venen vom Spitzen- und vom Herzlappen der rechten Lunge auf*. Verlauf und Verzweigung der genannten Venen in den Lungen sind von Udowin ausführlich beschrieben worden ([24]).

Beim Menschen ist ein gänzlich anderes Bild zu beobachten. Das linke Atrium bildet keinerlei Lakunen. Die Pulmonalvenen münden mit vier grossen Stämmen ins Atrium ein, die eigenartige Kollektoren darstellen. Wir nennen sie *Trunci communes venarum pulmonalium*. Die vier venösen Kollektoren können paarweise zusammengefasst werden, als rechte und linke, obere und untere. Sie sind gleichfalls konstant nach Zahl, Form und Lage. Jeder dieser Stämme stellt einen breiten und relativ langen Arm dar, der eine mehr oder minder grosse Zahl von Lungenvenen (zwei bis fünf) aufnimmt.

---

* Bei Angabe der in die Lakunen einmündenden Venen hat sich in unserem vorhergehenden Aufsatz ([12]) aus Verschulden der Korrektur eine Ungenauigkeit eingeschlichen.

Einschneidende Grössenunterschiede sind unter ihnen nicht zu verzeichnen. Beiderseits nähern sich beide Venenstämme einander und münden in die Endabschnitte des in querer Richtung ausgedehnten Recessus ein. Sie sind im allgemeinen intrapericardial gelegen. An der Basis dieser Stämme ist eine dünne Schicht von Herzmuskulatur festzustellen, die vom Atrium mit ringförmigen und schrägen Fasern auf sie übergeht. Letztere sind sehr schwach entwickelt, besonders nach den Endabschnitten der Venenstämme zu, wo sie nicht immer die letzteren erreichen und gewöhnlich mit isolierten, freien Fasern in die Wandungen der Stämme ausstrahlen. Die *Trunci venarum pulmonalium* enthalten demnach nicht in ihrer gesamten Ausdehnung Myocardfasern.

Beim Vergleich der Lakunen der Tiere und der Venenstämme beim Menschen lässt sich, ungeachtet des schroffen Unterschieds ihrer Form, das gleiche Prinzip feststellen, nämlich identische Zahl der einmündenden Hauptvenen und Vorhandensein von Myocardmuskulatur an ihren Mündungen. So führt die Einbeziehung der primären *V. pulmonalis* ins Atrium bekanntlich im weiteren zum Vorhandensein von vier Venen. Beim Menschen wandeln sie sich im definitiven Stadium in die grossen Stämme der Lungenvenen um und divergieren paarweise beträchtlich voneinander nach den Seiten, nach rechts und links, was mit der Verbreiterung des menschlichen Thorax und seiner Organe (der Lungen) in querer Richtung zusammenhängt. Bei den Tieren beobachten wir das umgekehrte Phänomen: Verengerung des Brustkorbs und seiner Organe (am stärksten ausgeprägt bei den Huftieren) und dementsprechend Vereinigung der beiden hinteren primären Venen zu einer gemeinsamen Mündung (zentrale Lakune), wodurch sich die Zahl der Venenmündungen auf drei reduziert. Die verhältnismässige Regelmässigkeit in der Stärke beider (der vorderen und der hinteren) Stammpaare beim Menschen und der schroffe Unterschied zwischen vorderem und hinterem Paar (Verschmelzung zu einer gemeinsamen Mündung) bei den Tieren sind durch die starke oder schwache Entwicklung der entsprechenden Lungenlappen zu erklären, worin eben tiefgreifende Unterschiede zwischen den Tieren und dem Menschen zu konstatieren sind. Die sich stark entwickelnden Platten von Myocardmuskulatur werden bei den Tieren kräftig, geschichtet und ausgeprägt, sondern sich deutlich von den Venen selbst ab und werden unmittelbar zu Abschnitten des Atriums selbst. Beim Menschen verlieren sich die schwachen und unausgeprägten Muskelfasern allmählich distalwärts und beeinträchtigen nicht den Eindruck von Venenstämmen als solchen.

Die Struktur der aufgeschichteten myocardialen Muskelplatten bei Tieren soll nicht nur den Rückstrom des Bluts in die Venen bei Systole des Atriums verhindern, wie gewöhnlich angenommen wird, sondern sie dienen möglicherweise auch praesystolischen Kontraktionen der Lakunen zwecks ihrer Entleerung von Blut nach Seite des Atriums, sowie zwecks Verhinderung des Zutritts neuer Portionen von zuströmendem Blut aus den Pulmonalvenen (spiralförmige Lakunenkontraktionen, beginnend an ihrer Spitze). Beim Menschen ist eine so höchst aktive Kontraktion der Venenstämme kaum anzunehmen, hier finden wahrscheinlich nur schwache und unvollständige Kontraktionen der dem Atrium anliegenden Abschnitte der Venenstämme statt. Diese funktionellen Unterschiede bei Tieren und beim Menschen sind als zusammenhängend mit dem Charakter des Lungenkreislaufs und den historischen Besonderheiten ihrer Organismen im ganzen zu betrachten. So ist bei den Huftieren, entsprechend ihrer Fähigkeit zu schnellem Laufen, das eine starke Herztätigkeit erfordert, eine grosse Kapazität des pulmonalen Blutbetts vorhanden. Berücksichtigt man dazu noch die verschiedene Körperhaltung (horizontal bei den Tieren und vertikal beim Menschen) und die verschiedene Form der Lungen selbst, so lässt sich auch der Unterschied in

den hämodynamischen Bedingungen des kleinen Kreislaufs und sein Zusammenhang mit der Arbeit des Herzens leicht erklären*.

Nimmt man an, dass die Lakunen spezifische Gebilde, hauptsächlich für die schnellaufenden Huftiere, sind, so muss man vermuten, dass sie ihrem Ursprung nach Erscheinungen sekundärer Ordnung sind. Sie heben sich nur bis zur Geburt des Tiers deutlich ab und erreichen ihre typische Form in der postembryonalen Periode, im Zusammenhang mit der Einschaltung und dem Funktionsbeginn des Lungenkreislaufs. Folglich entstehen sie nach Sewertzoff durch Anabolie.

Im Ergebnis des oben dargelegten muss angenommen werden, dass im Mündungsgebiet der Pulmonalvenen ins Herz spezifische Unterschiede zwischen dem Menschen und den höheren Tieren (Placentalia) in Form und Funktion bestehen; dies muss als zusammenhängend mit ihrer natürlich-historischen Entwicklung aufgefasst werden und als bedingt durch die Eigenart der Umbildungen dieses Gebiets des Organismus im Verlauf der Evolution.

Anatomisches Institut
der Tierärztlichen Hochschule.
Tschkalow.

Eingegangen
den 10. I. 1941.

ZITIERTE LITERATUR

[1] А. Акаевский, Сист. анат. дом. животн. Климова, II (1938). [2] Sh. Amano, Japon. j. med. scienc., anat., V (1935). [3] A. Baudrimont et R. Lachaud, Arch. Anat., Hist., Embr., XXIII(1937.). [4] R. Poplewski, Anat. ssakow, IV (1939). [5] R. Bonnet, Entwicklungsgesch. (1920) [6] C. Born, Anat. Anz., 3 (1888). [7] C. Born, Arch. mikr. Anat., 33 (1889). [8] J. Winterstein, ZS. Anat. u. Entwicklungsgesch., 99 (1933). [9] W. His, Anat. menschlich. Embryonen, I—III (1880—1885). [10] W. Hochstetter, Hertwig's Handb. vergl. u. exper. Entwickl. Wirbeltiere, III, Abt. II (1906). [11] В. Жеденов, Анат. строение, формирование и возр.. изменения отверстий и клап. аппаратов сердца кр. рог. ск. и др. дом. животн., диссерт., Чкалов (1939). [12] В. Жеденов (W. Shedenow), Сб. работ молод. учен. в обл. ветеринарии 1939 г., ВАСХНИЛ (1940). [13] M. Calabresi, Arch. ital. anat. e embr., XXVI (1929). [14] A. Keith, J. Anat. a. Physiol., 37 (1903). [15] F. Lesbré, Prec. Anat. comp. animaux dom., II (1923). [16] P. Martin und W. Schauder, Anat. Hauswiederkäuer (1938). [17] K. Otterbach, Morph. Jahrb., 81 (1938). [18] J. Papez, Amer. J. Anat., 27 (1920). [19] J. Reighard and H. Jennings, Anat. cat. (1935). [20] C. Röse, Morph. Jahrb., XV (1889). [21] C. Röse, Morph. Jahrb., XVI (1890). [22] S. Sisson, Anat. Domest. Anim. (1921). [23] J. Tandler, Bardeleben's Handb. Anat. Mensch., III, Abt. I (1913). [24] Г. Удовин, Сосуды легких (малого круга кровообращения) кр. рог. ск. и др. дом. животн. в сравн.-анат. освещении, диссерт., Чкалов (1940). [25] C. Zietzschmann, Lehrb. Entwickl. Haust., III (1924). [26] T. Schornstein, Morph. Jahrb., 67 (1931). [27] W. Ellenberger u. H. Baum, Handb. vergl. Anat. Haust. (1932).

Übersetzt von A. Bernfeld.

---

* Auf Grund des oben dargelegten lässt sich das Vorhandensein von Koordinationen zwischen dem Gebiet des linken Atriums, das die Pulmonalvenen aufnimmt, und den Lungen selbst annehmen. Nach Sewertzoff und Bogoljubski sind dies direkte morphologisch-physiologische Koordinationen, nach Schmalhausen dynamische. So steht die Verschmelzung oder Divergenz der beiden hinteren primären *Vv. pulmonales* in Koordination mit der Breite der Lungen selbst (die maximale Eurysomie beim Menschen, Leptosomie bei den Huftieren erreicht). Die Form (Breite und Länge) der Lungen ist ihrerseits koordiniert mit der Form des Thorax; letztere ist beim Menschen bedingt durch die gänzlich andere Körperhaltung und die mit seinen Vorderextremitäten vollführte Arbeit. Wir haben hier also eine Kette von Veränderungen, die voneinander abhängig sind: zunächst der Form des Thorax (biologische Koordinationen), dann der Form der Lungen (topographische Koordinationen) und schliesslich der Form des Herzens, insbesondere des linken Atriums (morphologisch-funktionelle Koordinationen).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

EVOLUTIONARY MORPHOLOGY

COMPARATIVE ANALYSIS OF DATA ON THE CONSTITUTIONAL PECULIARITIES OF THE MUSCULAR SYSTEM OF VARIOUS TYPES OF KARAKUL

By R. M. SCHAKHUNIANZ

(Communicated by I. I. Schmalhausen, Member of the Academy, 1. III. 1941)

With all the numerous investigations and discussion ([1–7, 9]) of questions on the constitutional peculiarities of various types of Karakul, this important zootechnical problem has so far remained unsolved.

The present paper, which is the continuation of one formerly published by the author ([8]), contains comparative data on the study of muscle in new-born lambs of three constitutional types of Karakul (coarse, strong and delicate) of two different populations: one from Middle Asia, sovkhoz Ulus, and the other one—from the Chkalov region, Sverdlov sovkhoz. The sovkhozes these populations were taken from differed sharply in geographical conditions: the populations were kept and fed under different conditions, too.

42 new-born lambs have been investigated by the author, 30 male lambs from the Sverdlov sovkhoz, and 12 specimens from the sovkhoz Ulus (9 ewes and 3 rams).

Before entering upon the question of constitutional peculiarities of various types of Karakul, it should be pointed out that new-born male and ewe lambs of the coarse type have a greater live weight than those of the strong and delicate types. At the same time male and ewe lambs of the strong type show a greater live weight than those of the delicate type (Table 1).

Table 1

Live Weight of Male Lambs of Various Karakul Types

Type	Mean live weight		Lim. of live weight	
	Sverdlov sovkhoz	sovkhoz Ulus	Sverdlov sovkhoz	sovkhoz Ulus
Coarse	5250	5397	4500—6230	4500—5893
Strong	4878	4700	8547—5800	4606—4800
Delicate	3663	4500	2850—4640	4200—5000

In spite of the fact that the rams and the ewes were taken from sovkhozes of different localities and rated by different zootechnical workers, still the mean live weight of the rams and ewes of the coarse type proved to exceed that of the rams and ewes of the strong type, while the latter showed greater weight as compared to the delicate type. In this connexion note should be taken that the mean live weight of rams and ewes of the coarse type nearly

coincides, both according to the data of the Sverdlov sovkhoz and the sovkhoz Ulus (Table 1). There is no great difference between the mean live weight of specimens of the strong type from the Sverdlov sovkhoz and the sovkhoz Ulus either. However, specimens of the delicate type taken from the two sovkhozes differ essentially in live weight. Thus, the live weight of ewes of the Ulus sovkhoz exceeds greatly (4500 g) that of the male lambs of the Sverdlov sovkhoz (3663 g). Evidently, such difference in live weight is due to the fact that male and female lambs of the delicate type from the Ulus sovkhoz, as may be seen from the pedigree records, have their original forms both in the line of the male and female parent, belong to the strong type. And this is apparently what is responsible for the mean live weight of these male lambs approximating that of the strong type.

The difference in live weight of male lambs of the coarse, strong and delicate type, as indicated above, may be seen also from the data on the range of their individual variation (Table 1). It follows from the table that the male lambs of the strong type from the Sverdlov sovkhoz, as well as from the sovkhoz Ulus, failed to show a specimen, whose maximum weight would exceed or even equal that of the male lambs of the coarse type. The same table shows that the male lambs of the delicate type from the Sverdlov sovkhoz include some specimens whose maximum weight is considerably less than that of male lambs of the strong type. However, according to the data of the Ulus sovkhoz, the individual variations of ewes of the delicate type present a peculiar picture. These individual variations are in character very similar to the individual features peculiar to specimens of the strong type.

Table 2

Muscle and Skeleton in Newborn Male Lambs of Various Types in Absolute Mean Values

Type	Weight of entire musculature, g	Weight of entire skeleton, g	Ratio of musculature to skeleton
Coarse . . .	1388	1450	96.2
Strong . . .	1189	1350	87.2
Delicate . .	945.1	1079.8	86.5

The greater live weight of specimens of the coarse type as compared to the strong and delicate types is, evidently, due to unequal volume of muscle and skeleton in these types. On comparing the volume of muscle and skeleton in specimens of various types, one can easily see that as far as the greatest bulk of musculature and skeleton is concerned, specimens of the coarse type rank first, those of the strong type come next and those of the delicate one—in the third place (Table 2).

The excess of the volume of muscle in specimens of the coarse type, as compared to those of other types, is impressed on the degree of development of individual muscles (Table 3).

Data on the Sverdlov sovkhoz specimens (Table 3) show a regular picture of excessive development of individual muscles in the coarse type, as compared to the strong ones, and in the strong type as against the delicate one. The excess of the volume of individual muscles in specimens of the coarse type, as compared to the strong and delicate types, is manifested also in the data of the Ulus sovkhoz (Table 3). However, if the data on the Sverdlov sovkhoz show a regular excess of the volume of individual muscles, in the male lambs of the strong type, too, as compared to the delicate one, the data on the Ulus sovkhoz fail to produce such evidence. Moreover, a number of individual muscles show greater development in the delicate type than in the strong one (m. semimembranosus, m. semitendinosus, m. tensor fasciae latae and others) (Table 4). And only single muscles (m. longissimus dorsi, m. quadriceps femoris, m. glutaeus medius) in ewes of the delicate

Table 3

Volume of Individual Muscles in New-born Lambs of Various Types (in absolute mean values)

Name of muscle	Coarse type		Strong type		Delicate type	
	Sovkhoz		Sovkhoz		Sovkhoz	
	Ulus	Sverdlov	Ulus	Sverdlov	Ulus	Sverdlov
Longissimus dorsi	48.3	48.4	43.7	42.5	43.6	26.2
Tensor fasciae latae	6.6	6.6	5.5	6.4	6.1	5.4
Glutaeus medius	16.1	15.0	14.4	13.6	14.2	10.0
Biceps femoris	33.1	31.3	27.0	26.5	27.9	19.0
Quadriceps femoris	46.8	50.3	41.0	46.3	40.0	33.0
Semitendinosus	11.2	10.9	9.9	10.0	10.4	7.9
Semimembranosus	27.9	28.9	23.7	25.9	24.6	17.7
Gracilis	5.9	6.0	3.9	5.4	6.1	4.1
Adductor	11.5	11.9	11.0	11.2	11.2	7.2
Pectineus	3.6	4.6	3.5	3.9	3.6	3.1

type from the sovkhoz Ulus proved to be smaller than in the strong one. The seemingly conflicting data on the Sverdlov sovkhoz and the sovkhoz Ulus af far as the delicate type is concerned, however, may easily be brought into accord. The material on ewes of this type which has been placed at our disposal, included specimens whose parents (father and mother) belonged to the strong type, whereas on analyzing the muscular system a certain difference in the degree of development of individual muscles in specimens taken from various populations (Table 3) should be observed. The variation in the degree of development of individual muscles in specimens of various populations accounts for the differences in the relationships of individual muscles to one another.

The difference in live weight observed in specimens of various types can be explained not only by the different bulk of musculature, but by the different bulk of the skeleton as well. The bulk of the skeleton, expressed in absolute terms, is greater in specimens of the coarse type than in those of the strong and delicate types (Table 4).

As may be seen, both the total weight of the skeleton and the weight of separate bones in specimens of the coarse type is much greater than in the strong type, and in the latter greater than in the delicate one.

All the data cited above lead to the assumption that the live weight determined to a great extent by the volume of muscle and skeleton is evidently one of the characters which permit with more or less safety to group the new-born lambs under various Karakul types.

Table 4

Bulk of Skeleton in New-born Lambs of Various Types (in absolute mean values)

Type	Total weight of skeleton of Sverdlov sovkhoz specimens	Total weight of skeleton in hind limb		Femur		Tibia	
		Sovkhoz		Sovkhoz		Sovkhoz	
		Sverdlov	Ulus	Sverdlov	Ulus	Sverdlov	Ulus
Coarse	1450	140.1	126.5	42.03	37.5	37.41	32.25
Strong	1350	132.0	118.5	38.7	34.5	35.92	28.25
Delicate	1083	97.7	111.5	28.0	30.0	26.16	26.0

When analyzing the muscle and skeleton in various types of Karakul, one should not ignore the influence of constitutional peculiarities of the parents on the degree of development of musculature in their offspring. In this respect deserve attention materials on new-born male and female lambs from the sovkhoz Ulus. Most of the ewes investigated proved to have descended from parents of constitutional types entirely different from the one to which the ewes themselves have belonged. Naturally, this circumstance could not fail to affect the degree of muscular development in new-born male and female lambs. Thus, for instance, a ewe of the delicate type, both parents of which belonged to the strong type, differed sharply in the degree of development of its muscular system from common ewes of the delicate type, while approaching those of the strong type. The live weight of this ewe of the delicate type was considerably below that of the ewes of the strong type. Likewise a male lamb of the strong type, whose male parent was of the strong and the female parent of the coarse type, showed great similarity in muscle with the male lamb of the coarse type which has had the two parents belonging to the coarse type. Such is the situation in spite of the fact that the live weight of the male lamb of the coarse type exceeded that of the male lamb of the strong type. And lastly, let us quote an instance when the ewe of the delicate type, descended from parents of the strong type, was in musculature even approaching the coarse type, in spite of its considerably smaller live weight against that of the ewes of the coarse type (Table 5).

Table 5

Muscle and Skeleton of the Ewe of the Delicate Type and that of the Coarse Type

	Ewe constitution	
	Delicate from strong parents	Coarse from coarse parents
Live weight	5000	5893
Longissimus dorsi	52.0	50.0
Tensor fasciae latae	7.0	6.6
Biceps femoris	31.5	35
Semitendinosus	12.3	11.2
Semimembranosus	28.7	28.8
Gracilis	5.1	6.1
Sartorius	1.3	1.5
Adductor	12.9	12.4
Pectinus	4.2	4.1
Total weight of skeleton of hind limb	113	133
Femur	33.0	41.0
Tibia	27.0	36.0

It is characteristic that the bones of the ewe of the delicate type, contrary to the musculature, bear the peculiar features of the delicate type. This leads to the assumption that the parental constitution is apparently impressed stronger on the muscular system than on the skeleton of the offspring.

The examples quoted show that when studying the constitutional peculiarities of Karakul types, one should under no circumstances lose sight of the constitutional types of the parents of the lambs under investigation.

Institute of Evolutionary Morphology.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
1. III. 1941.

REFERENCES

[1] Е. Я. Борисенко, Разведение с.-х. животных (1939). [2] Б. Н. Васин., Сов. зоотехния, № 2—3 (1939). [3] Б. Н. Васин, Каракульская овца (1936). [4] М. Ф. Иванов, Разведение с.-х. животных (1939). [5] Е. Одинцова и Р. Балабан, Овцеводство, № 10 (1931). [6] Е. А. Пономанский, Сов. зоотехния, № 2—3 (1939). [7] E. P. Panfilova, C. R. Acad. Sci. URSS, XXVII, № 8 (1940). [8] R. M. Shakhunianz, ibid., XXIX, № 8—9 (1940). [9] В. М. Юдин, Сов. зоотехния, № 5 (1939).

Translated by T. Sachs.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

EVOLUTIONARY MORPHOLOGY

FUNCTION OF THE FIN IN TELEOSTS

By V. V. VASNECOV

(Communicated by I. I. Schmalhausen, Member of the Academy, 21. XI. 1940)

Although the mechanism of forward movement in fishes is now fairly wellknown, the functions of the appendages of the fish body—the fins, undoubtedly related to movement, remain rather obscure. Some knowledge was gained on the action of the caudal fin and its various forms or types (Schmalhausen), as well as on the function of paired fins, especially pectorals (Schmalhausen, Vasnecov), but there is no clearness in respect to the function of unpaired fins, the anal and the dorsal. It is noteworthy that the best studied are not the functions common to the majority of fishes, but exceptional cases, such as in flying or walking fishes, or cases, when paired or unpaired fins are used as organs of forward movement.

On the basis of all data obtained, we may characterize the principal functions of different fins in the following way. The caudal fin, in the main, annihilates the adverse moment of the locomotive wave of the fish body on its caudal end (Shoulejkin). The heterocercal caudal fin, in which the body axis extends into the superior lobe, supports the body in water; this is of great importance to fishes with high specific gravity, such as Selachians. As regards paired fins, the pectorals of Selachians serve as horizontal planes of resistance and support the fore part of the body, like planes of an airplane (Schmalhausen).

In Chondrostei and, probably, in bony ganoids and in lower bony fishes the pectoral fins which, when extended, lie almost on a horizontal plane, serve as vertical rudders; they may also be used as lateral rudders, when one fin is extended outwards, while the other is closely pressed to the side of the body. The latter function becomes predominant in higher teleosts with the base of the pectoral posed in a vertical plane, and more or less up the side of the body.

The function of ventral fins is not so clear; they seem to serve as vertical rudders, assuming a position similar to that of the pectoral fins in lower bony fishes. In higher teleosts, in which the function of pectoral fins as vertical rudders is reduced, this function is fully taken up by the ventral fins, owing to which the latter are shifted on the fore part of the body, under the pectorals, or even ahead of them. Furthermore, it is supposed that the paired fins serve to maintain the equilibrium of the body, which is unstable as a rule.

It is generally agreed that the essential function of dorsal and anal fins is to maintain the equilibrium of the body, but that they may be used also

for turning movements. Furthermore, they serve to fix the direction of the forward movement of the fish in those cases, when they are removed to the posterior end of the body (Schlesinger). The dorsal fin, when situated midway of the body, fixes the middle of the body when the fish turns, and does not let it shift sidewards.

The author has been studying the function of the fins of teleosts, especially the unpaired dorsal and anal, during several years. The method of investigation consisted, on one hand, in direct observations of the movement of fish and their fins in an aquarium and, on the other hand, in the amputation of fins and observations on the subsequent changes in the character of locomotion. However, this method has several drawbacks: 1) visual determinations are always more or less subjective; 2) the amputation may produce a shock which affects the results; 3) it is difficult to perceive the effect of the elimination of the function of a separate fin, since all the fins act as a system, and in the case of the removal of one of them the rest take up its function and compensate for its absence.

And yet it is possible to differentiate the function of a separate fin in this case. Investigations of paired fins were undertaken with the object to check the abundant data available.

Direct observations have shown that in lower teleosts the pectoral fin, when extended from the body, lies almost on a horizontal plane and its posterior edge may turn up and down. When the fish ascends head upward, or when the descent should be delayed, the lobe of the fin turns down, while it rises when the fish descends. In experiments with amputation of pectoral fins four species of Cyprinidae were used: *Leucaspius delineatus*, *Carassius carassius*, *Rutilus ritilus caspicus* and *Scardinius erythrophtalmus*. After the removal of the pectoral fin the fish could hardly turn head upward or downward, or were even completely unable of this movement. Ascent and descent are performed by the action of ventral and unpaired fins. Sometimes, after a sharp turn (experiment with *Leucaspius delineatus*) the rise will be rectilinear, or the body of the fish shifts upward remaining parallel to the bottom (experiment with *Carassius carassius*). In the absence of unpaired and caudal fins, the action of the pectoral fins increases during ascent and descent.

In higher bony fishes the plate of the fin when drawn aside remains on a vertical plane, but may turn almost to a horizontal plane (mullet); the upper edge can bend forward and backward (goby), wherefore the plate of the fin bends in opposite directions.

In higher teleosts after the removal of unpaired fins the action of the pectoral fin during the rise of the fish becomes more intense, the fin assumes a position aslant to the vertical plane. After a subsequent removal of the pectoral, the rise may still be performed by the action of the tail and the caudal fin (*Acerina cernua*). The function of the fins in the case of lateral turning is more obvious and easily compensated for by the caudal fin, so that it needed no special tests.

The function of the ventral fins was not fully elucidated in our investigation. In lower bony fishes, whose ventral fins are situated midway the body, no special changes in movement were observed after the removal of the ventral fins (*Rutilus rutilus*). But after the removal of the fins involved in the rise and descent, except the ventrals, the latter become widely extended. After the removal of the ventral fin the body of the fish shifted somewhat sidewards when turning; hence, it may be inferred that the ventral fins serve to fix the middle of the body when the fish turns. In higher bony fishes whose ventral fins are situated in the fore part of the body, both the rise and descent of the body are hindered by the removal of the ventral fins; when descending the fish simply sinks tail downward. In other cases the

pectoral and caudal fins work more actively after the amputation of the ventrals (*Acerina cernua*). In the absence of pectorals, the ventrals are strongly extended during the rise. All this indicates that the ventral fins of lower and, especially, higher teleosts act as vertical rudders.

As regards the unpaired fins, our first step was to check their part in maintaining the equilibrium of the body in water, which was considered to be their main function.

The fishes—lower (*Carassius carassius*, *Leucaspius delineatus*), as well as higher (*Ac. cernua*) teleosts—were deprived of all fins by amputation. They retained the normal position of the body at rest as well as in motion and could even rise and sink by the action of the tail deprived of the caudal fin. At sharp turns, however, they turned around the longitudinal body axis, but soon returned to their normal position. Fishes that had suffered a shock turned upside down, even when they had some fins left. Hence, it may be assumed that the unpaired fins are not indispensable for the maintenance of equilibrium. It seemed therefore necessary to find out the main functions of these fins.

Although the dorsal fin differs greatly in shape and position, all teleosts may be divided according to this character into two categories: 1) fishes with a single dorsal fin situated midway the body on a level with the center of gravity or more or less posterior to it (lower teleosts), and 2) fishes with two dorsal fins (one fin subdivided into two parts), the first placed midway the body (a spiny fin) and the second further back.

First higher fishes were investigated. After the removal of the second dorsal fin, the fishes (*Mugil*, *Atherina*, *Crenilabrus*, *Mullus*) partly or entirely lost their ability to rise head upward and compensated for the loss of the dorsal fin by movements of the tail and the pectorals.

In lower fishes, whose dorsal fin is shifted somewhat backwards (*Rutilus rutilus*, *Scardinius erytrophtalmus*, *Leucaspius delineatus*, *Leuciscus idus* etc.), or extends over the hind part of the body (*Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*), the same phenomenon was observed after the amputation of the dorsal fin. It was observed that during the rise the whole surface of the dorsal fin simultaneously bends sidewards, without producing any wave-like motion.

As regards the dorsal fin situated midway the body, like in the lower teleosts, or the first dorsal in the higher teleosts, it was observed, that after its removal the fish (*Engraulis encrassicholis*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophtalmus*, *Mugil*), when moving forward, is deflected aside, and the amplitude of the wave passing over the body is increased.

In all bony fishes the anal fin is situated in the hind part of the body. After its removal the position head downward is hindered, or even impossible. If the movement is still performed, it is only by means of the pectoral and, especially, of the caudal fins. This was observed in several teleosts, both lower and higher.

On the basis of the data obtained it may be inferred that the dorsal and anal fins situated posterior to the center of gravity serve to rise and to sink the fore part of the body by changing accordingly the position of the hind part in a converse direction. The dorsal fin located on a level with the center of gravity, or close behind it, is used for maintaining a rectilinear movement and fixing the position of the middle of the body when the fish turns.

It was observed, in all experiments with removal of unpaired and paired fins, that during the rise and descent the lobes of the caudal fin worked more intensely, the superior lobe during the rise, and the inferior during the descent (*Blicca bjorkna*), while the caudal fin turned up or down, respectively. After the amputation of the caudal fin the movement was performed by

the caudal peduncle. The removal of the upper or lower lobe of the caudal fin hampered the rise or the descent of the fore part of the body. Therefore it may be concluded that beside its main function, the caudal fin, or, rather, the lobes of the caudal fin, may assist the dorsal and anal fins in the rising or sinking of the body.

Thus, all the fins, paired and unpaired, serve to change the direction of the axis of the body, i. e. they act as lateral or vertical rudders. The maintenance of the equilibrium is achieved by the fish without their help.

Institute of Evolutionary Morphology.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
21. XI. 1940.

REFERENCES

[1] В. Васнецов, Зоол. журн., III, вып. 1—2 (1922). [2] A. Magnan, Annal. Scien. Nat. Zool., XII (1929). [3] Osborn, Science, XXIII (1906). [4] R. auther, Bronn. Klass. Ord., 6, Abt. 1 (1933). [5] G. Schlesinger, Verhandl. d. K. K. Zool. botan. Gesellsch., Wien, LIX, H. 1—2 (1909). [6] И. И. Шмальгаузен, Зоол. журн., I, вып. 6—7 (1916). [7] W. W. Shoulejkin, Bull. Acad. Sci. URSS, № 6 (1936).

Translated by E. Alexandrova.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

EXPERIMENTELLE MORPHOLOGIE

DIE WECHSELWIRKUNGEN DER GESCHWULST- UND REGENERATIONSPROZESSE BEI AXOLOTLN

Von N. N. SCHEWTCHENKO

(Vorgelegt von I. I. Schmalhausen, Mitglied der Akademie, den 18. II. 1941)

In den Jahren 1937—39 wurde in unserem Laboratorium gezeigt, dass wenn man in die Extremitätenmuskeln der Axolotl kristallinisches Methylcholantren einführt, eine bösartige Geschwulst entsteht, die nach der Meinung der Sachkundigen ein sarkomartiges Gebilde darstellt.

Diese Untersuchungen dienten uns zur Grundlage für die Lösung der von uns früher gestellten Frage über die Wechselwirkungen und den gleichzeitigen Verlauf der Regenerations- und Wucherungsprozesse. Aus dem grossen experimentellen Material, das der Klärung der Natur von bösartigen Geschwülsten gewidmet ist, geht klar und überzeugend hervor, dass in einigen Fällen Geschwülste bei der Störung des normalen Ablaufs des Regenerationsprozesses entstehen. Als Bestätigung dieser Vorstellungen führten Fischer-Wasels und Büngeler (1) experimentelle Ergebnisse an, in denen gezeigt wurde, dass infolge einer langwierigen Regeneration, d. h. wo der normale Verlauf gestört wurde, Papillar-Geschwulst und Karzionome entstehen.

Andererseits entsteht die Frage über das umgekehrte Verhältnis bei dem Prozesse, d. h. besitzt ein Organ und wenn, in welchem Grad die Fähigkeit zu regenerieren, wenn es durch eine Geschwulst entzündet ist. Oder nehmen die sich vermehrenden Regenerationselemente unter dem Einfluss einer Geschwulst den Charakter eines bösartigen Gebildes an? Es ist aber auch möglich, dass die Regenerationsbedingungen (Entzündung, Resorption der Wundgewebe) bei gleichzeitigem Verlauf beider Prozesse vorherrschen und eine hemmende Wirkung auf die Entwicklung der Geschwülste ausüben. In diesem Fall kann die Wucherung eine Rückentwicklung erfahren. Eine dritte Möglichkeit besteht darin, dass die beiden Prozesse gleichzeitig, jedoch mehr oder weniger unabhängig voneinander verlaufen. Der Klärung der letztgenannten Frage ist die vorliegende Arbeit gewidmet.

Am 10 Februar 1940 wurden 10 Axolotln in einem Alter von 1.5 bis 2 Jahre in die Muskeln der hinteren Extremität kristallinisches Methylcholantren hineingebracht. Mit einem Skalpell wurde in die Haut und Muskulatur der Extremität ein tiefer Spaltschnitt angebracht. Auf die Spitze eines Augenskalpells wurde ein kleines Körnchen von kristallinischem Methylcholantren genommen und in die Tiefe der Wunde gebracht, die Wundränder wurden dabei mit einer Pinzette auseinandergehalten. Nach der Ein-

führung des Methylcholantrens wurden die Wundränder zusammengenäht. Nach 15—20 Tagen nahm man gewöhnlich die Naht ab.

Hier führen wir das Protokoll eines Versuches an.

Versuch No. MX 6, 10.II.1940.—Es wurde kristallinisches Methylcholantren in den Schenkelmuskel der rechten Hinterextremität des Axolotls eingeführt. 13. II—Das Gebiet der Extremität, wo Methylcholantren eingeführt wurde, ist entzündet. 17. II—Die Entzündung breitet sich aus, es wird eine Rötung der Haut des ganzen Schenkels beobachtet. 22.II—Die Entzündung geht zurück. Die Naht wurde abgenommen. 2.III—Eine kleine Rötung um die Naht herum. Die Extremität hat ein normales Aussehen. 10.III—Keine Veränderungen. An der Stelle der Naht ist eine kleine Rötung zu beobachten. 28.III—Keine Veränderung. 10.IV—Eine kleine runde Geschwulst im Gebiet der Naht (Durchmesser 2 mm, 1.5—2 mm hoch).

Abb. 1.

20. IV—Die Geschwulst hat sich vergrössert, die Rötung breitet sich ebenfalls um das Gebiet der Naht herum weiter aus. 26.V—Die Geschwulst hat sich vergrössert, ihre Form ist halbsphärisch. Grösse: Durchmesser 4—4.5 mm; Höhe ungefähr 4 mm. Die Extremität wurde in der Mitte der Geschwulst, auf dem Niveau der Hälfte des Schenkels amputiert. Der amputierte Teil wurde für histologische Untersuchung fixiert. 28. V—Der Organrest ist ganz entzündet, besonders die Wundfläche. Bei Bewegungen des Tieres blutet die Wunde. 31. V—Auf der Wundfläche erschienen grosse Auftreibungen mit wasserigem Inhalt mit roter Farbe. Der ganze Stumpf ist hyperämisch und entzündet. 5.VI—Die Wasseranschwellung auf der Wundfläche hat sich verkleinert, die Rötung ist fast verschwunden, die Wunde ist mit Epithel überzogen. 10. VI—Auf der Wundfläche ist ein der Regenerationsknospe ähnliches Gebilde erschienen. 20.VI—Der Restteil ist ohne Veränderung, d. h. er ist dicker als die normale Extremität; auf der Wundfläche befindet sich ein Regenerationskegel. 23. VII—Es regenerierte eine normale vierfingerige Extremität; das Regenerat mit dem Rest der regenerierten Extremität wurde amputiert und histologisch bearbeitet. Die Amputation wurde an der Basis der Extremität ausgeführt.

Die Resultate, die von 10 Versuchen erhalten wurden, können in 2 Gruppen eingeteilt werden.

I Gruppe. In 4 Fällen, wo am Ende des dritten Monats nach der Implantation von Methylcholantren Wucherungen entstanden, wurde die Extremität in der Mitte dieses bösartigen Gebildes amputiert. Die histologischen Untersuchungen dieser Fälle zeigten in den Geweben der Versuchsextremitäten bösartige Neubildungen. In allen diesen Versuchen, sowie auch in dem hier im Protokoll No. MX 6 angeführten, entwickelten sich Regenerate, welche sich kaum von den normalen unterschieden, obzwar im Versuch No. MX 7 das Regenerat etwas kürzere Finger hatte.

II Gruppe. In sechs Versuchen, in denen weder am Ende des dritten Versuchsmonats, noch zur Zeit, wo sich in der ersten Gruppe Regenerate bildeten, waren Merkmale von Wucherungen zu sehen; die histologischen Untersuchungen zeigten ebenfalls keine Anwesenheit von bösartigen Gebilden. Die Regeneration verlief in diesen Fällen normal.

Die histologische Untersuchung der Regenerate der Gruppe I zeigte (Abb. 1) in einem Längsschnitt durch den Restteil der Extremität mit Ge-

schwulst und Regenerat (Versuch No. MX 6) folgendes. Die Extremität wurde an der Basis amputiert. Auf dem Längsschnitt teilt sich die Extremität in drei Zonen: I) die Geschwulstzone, von der Basis der Extremität bis zur Amputationslinie; II) eine Bindegewebsschicht zwischen dem distalen Niveau der Geschwulst und dem Regenerat; III) die Zone der ausgebildeten Extremität.

I Zone. In dem Gebiet des bösartigen Gebildes ist das Epithel viel dicker als gewöhnlich; es entwickeln sich an manchen Stellen tiefe Wucherungen in das Innere der Extremität hinein. Die Leydig'schen Zellen fehlen im Epithel. An einzelnen Stellen kann eine Malignifikation der Epithelzellen beobachtet werden: sie haben ein atypisches Aussehen, sind rund, haben ihre typische Lage verloren und sind äusserlich Zellen ähnlich, welche die Gewebe der Extremität infiltrieren. In der Geschwulstzone wird fast völliges Verschwinden der Muskeln beobachtet, welche nur noch als einzelne Fasern angetroffen werden. Die Knochen und Nerven haben in der Zone des bösartigen Gebildes ein normales Aussehen. Der Raum zwischen der Haut, Knochen und Nerven ist mit lockerer Proliferation mit länglichen (oder runden) atypischen Zellkernen gefüllt; an manchen Stellen sind die Zellkerne pyknotisch und Störungen unterworfen. Die Proliferationsmasse ist mit einem Kapillarnetz und Bindegewebsstroma durchdrängt. Nach den Bestimmungen der Pathomorphologen stellt dieses Proliferat eine bösartige Geschwulst dar.

II Zone. Sie ist von normalem Epithel bedeckt, und hauptsächlich durch lockeres Bindegewebe vertreten, durch das die Nerven und Blutgefässe von dem Extremitätenrest in das Regenerat laufen. In dieser Zone wird auch die Verbindung des Schenkelrestes mit dem Regeneratskelet beobachtet.

III Zone. Abweichungen von der Norm konnten im Bau des Regenerats nicht festgestellt werden. Die Nerven und Blutgefässe wachsen in das Regenerat von dem Restteil ein.

Auch die Verbindungen der Muskeln des Restteils mit den Muskeln des Regenerats konnten beobachtet werden. Ein Eindringen der Wucherungszellen in das Regenerat konnte während dieser Etappe nicht beobachtet werden. Die Geschwulst ist von dem distal liegenden Gewebe klar abgegrenzt und hat ein Aussehen, wie das vor der Zeit der ersten Amputation. Es ist anzunehmen, dass während der Periode von der ersten Amputation bis zum Moment der Regenerationsbedingung (zweite Amputation) sich die Geschwulst entwickelte, da ein Querschnitt durch die Geschwulst nach der ersten Amputation zeigt, dass noch ganze Muskelbündel vorhanden sind und dass die Geschwulst nur an einem Teil des Extremitätsgewebes entwickelt ist; in den Extremitäten aber mit ausgebildetem Regenerat nimmt das bösartige Gebilde alle Gewebe ein, und die Muskeln degenerieren, wie erwähnt, fast vollständig.

Wir sehen hieraus, dass die Resultate dieser Arbeit nicht mit den Ergebnissen von B. T. Tokin, welcher bei Pinselung des Regenerats der Axolotlextremität mit kanzerogenem Teer eine Hemmung der Regeneration erhielt, übereinstimmen.

Zoologisches Institut.
Universität Kharkow.

Eingegangen
den 18. II. 1941.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Fischer-Wasels und Büngeler, Arch. f. Entw. Mech., **112**, 185 (1927).
[2] B. P. Tokin, C. R. Acad. Sci. URSS, XXIX, № 7 (1940); XXIX, № 8—9 (1940).

Übersetzt von G. Streich.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

EXPERIMENTELLE MORPHOLOGIE

UNTERSUCHUNG DER FORMBILDENDEN WIRKUNG DES MUSKELGEWEBES BEI IMPLANTATIONEN

Von N. A. KUSMINA

(Vorgelegt von I. I. Schmalhausen, Mitglied der Akademie, den 27. II. 1941)

N. W. Nassonov ([1–3]) hat gezeigt, dass nicht alle tierischen Gewebe und Organe Organisatoren sein können. So rufen die Muskel-, Knochen- und Epithelgewebe keine Entwicklung von akzessorischen Organen bei der Implantation derselben unter die Haut erwachsener Axolotl hervor. Und obgleich es einer Reihe von Forschern ([4–7]) gelang, die grosse Bedeutung des Muskelgewebes für den Formbildungsprozess sowohl bei der embryonalen Entwicklung, als auch bei der Regeneration zu beweisen, erwies sich das Muskelgewebe in den Versuchen von Nassonov nicht als Organisator. Ob die Muskeln keine akzessorischen Organe hervorgerufen hatten, weil sie überhaupt keine organisierenden Stoffe enthielten oder dieselben zwar vorhanden waren, sich jedoch infolge der Verbindung mit anderen Stoffen, wie Nassonov dachte, in inaktivem Zustande befanden, blieb unaufgeklärt. Es war somit notwendig, die Frage nochmals nachzuprüfen und aufzuklären, ob die Muskeln Organisatoren sein können und welche Bedingungen hierfür erforderlich sind. Sind die Muskeln unfähig Formbildungen hervorzurufen, weil sie keine organisierenden Stoffe enthalten, so werden sich bei keinerlei Versuchsbedingungen akzessorische Gebilde entwickeln. Ist aber das negative Resultat bei der Implantation der Muskeln durch den besonderen Zustand des Organisators bedingt, so kann man durch Schaffung maximal günstiger Bedingungen für die Formbildung die Muskeln zwingen, als Organisatoren zu wirken. Bei der Durchführung des Versuches wurde folgendes berücksichtigt. Das in Embryonen eingeführte Muskelgewebe induziert Formbildung ([4]). Bei erwachsenen Axolotln wurde bei Implantation von Muskeln eine Formbildung nicht erhalten ([2]). Auf Grund dieser Angaben müssen die die Formbildung begünstigenden Bedingungen in der Veränderung der morphogenetischen Fähigkeiten im Laufe der Ontogenese gesucht werden. Dies in Betracht ziehend, stellten wir einen Versuch an, wo wir die formbildende Wirkung der Muskeln (bei der Implantation) im Zusammenhang mit dem Alter der Versuchstiere untersuchten. Der Aufgabe entsprechend war es auch zweckmässig, das Experiment zu erweitern und als Organisatoren den morphogenetischen Potenzen nach verschiedene Muskeln und zwar Muskeln des Kopfes, der Extremitäten, des Schwanzes usw. zu benutzen.

Der Versuch wurde an 150 Axolotln ausgeführt. Zur Lösung der Frage diente die Implantationsmethode von Nassonov mit einigen Veränderungen. Die letzteren bestanden darin, dass: 1) Die Implantate nicht nur unter die Haut, wie das in den entsprechenden Versuchen von Nassonov der Fall war, sondern auch unter die Epithelialhülle hineingebracht ([8]) wurden. Durch eine derartige Operation hofften wir eine der die Formbildung erleichternden Bedingungen zu finden. Bekanntlich steigt die Zahl der Formbildungen bei unmittelbarem Kontakt des Implantats mit

dem Epithel um das sechsfache (⁸). 2) Die Versuchsaxolotl der verschiedenen Serien waren verschiedenen Alters von 4—6—12 Monaten (statt der einjährigen bei Nassonov). 3) Das Muskelgewebe für die Implantation wurde von Axolotln im Alter von 1, 2, 3, 4, 6 und 12 Monaten vom Kopf, Rücken, den Seiten, den vorderen und hinteren Extremitäten, aus dem Schwanz und aus dem Herzen genommen. In allen Fällen wurden Muskeln von frisch getöteten Tieren benutzt. Im ganzen wurden 700 Implantationen ausgeführt. Es entstanden 56 akzessorische Neubildungen, abgesehen von primitiven Höckern (Abb. 1). Alle Neubildungen wurden histologisch bearbeitet.

Aus den Versuchen mit heterotopischer Implantation unter die Epithelialhülle, in die Extremität, wurde festgestellt, dass die Muskeln der Extremitäten die Entwicklung akzessorischer Extremitäten hervorrufen. Im Experiment befanden sich 19 Axolotl, mit insgesamt 76 Implantationen. Es wurden drei akzessorische Extremitäten und drei primitive Auswüchse erhalten. Die am meisten entwickelte Formbildung in dieser Serie stellte eine vierfingerige Hand dar (Abb. 1, *5*). Das Skelett ist gut entwickelt; Muskulatur ist vorhanden. Die beiden anderen akzessorischen Gebilde unterscheiden sich von dem beschriebenen durch die Fingerzahl. Es waren die zweifingerigen Hände. Im Skelett der Finger konnten 2—3 Phalangen unterschieden werden. Die Muskeln sind schwach entwickelt. Die Einführung von Extremitätenmuskeln unter die Haut ergab keine Formbildungen.

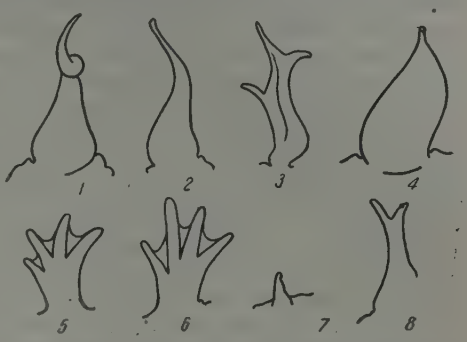


Abb. 1. Das äussere Aussehen der akzessorischen Gebilde, die sich bei der Implantation von Muskeln des Schwanzes (*1, 2, 3*), des Rückens (*4, 8*), der Extremitäten (*5*), des Herzens (*6*), der Seite und des Kopfes (*7*) entwickelten.

Rückenmuskeln ergaben bei 144 Implantationen 11 Auswüchse und 2 akzessorische Füsschen (Abb. 1, *4*, *8*). Die Skelette enthalten ausser den Phalanx- und Handwurzelknorpeln auch Anlagen von *ulna* und *radius*. Muskeln sind vorhanden. Die Auswüchse hatten meist kegelförmige Gestalt. Sie waren ziemlich gross; so betrug ihre Höhe 5.9 mm; der Durchmesser der Basis 3—4 mm. Derartige Gebilde sind innen mit einem lockeren Bindegewebe gefüllt. Bei einigen derselben wurden Anlagen von Skeletteilen gefunden. Die letzteren haben nichts gemein mit der Anlage des Extremitätenskelettes. In dem am meisten entwickelten Gebilde stellt das Skelett einen kräftigen innen hohlen Stab mit äusseren Auswüchsen dar. In anderen Fällen sind das kleine Knorpelchen in Gestalt von Stäben oder das Skelett wird durch Verdickungen des Mesenchyms kaum angedeutet. Gleichzeitig wurde ein Kontrollversuch mit Implantation von Rückenmuskeln unter die Haut ausgeführt. Das Resultat war negativ.

Schwanzmuskeln rufen fast immer die Bildung von schwanzähnlichen Organen hervor (Abb. 1, *1*, *2*, *3*), häufig sind das kegelförmige Auswüchse, ähnlich den obenbeschriebenen (Abb. 1, *4*). Zuweilen wurden Gebilde plättchenartiger Form oder in Gestalt eines wunderlich wuchernden Flossensaumes erhalten. Selten enthalten die Gebilde dieser Serie Skeletteile. Der einzige Fall, in dem sie vorhanden waren, ist durch einen Auswuchs mit einer Flosseneinfassung am Rande vertreten, innerhalb dessen einige abgerundete Knorpelchen in Form einer Kette angeordnet waren. In einer von 94 Implantationen induzierten die Schwanzmuskeln eine Extremität. Die Kopfmuskeln (68 Implantationen) riefen in der Extremität die Entwicklung von drei fingerförmigen Auswüchsen verschiedener Kon-

pliziertheit hervor. Die Seitenmuskeln führten zur Bildung unbedeutender Auswüchse von Bindegewebstypus (Abb. 1, 7).

Die Herzmuskeln (52 Implantationen) riefen die Entwicklung typisch gebauter Extremitäten hervor (Abb. 1, *6*). Die histologische Untersuchung ergab bei den meisten derselben das Vorhandensein eines Skeletts und gut entwickelter Muskeln. Somit ist das Muskelgewebe, gleich den anderen, fähig die Bildung akzessorischer Gebilde bei Implantationen unter die Epithelhülle in die Extremität hervorzurufen. Die ganze Mannigfaltigkeit der akzessorischen Organe kann man in folgende vier Grundtypen einteilen: 1) eine Extremität oder deren Teile; 2) schwanzähnliche Organe plastischer Form; 3) mächtige Auswüchse kegelartiger Form mit oder ohne Skelett; 4) primitive Gebilde in Gestalt undifferenzierter Höcker.

Wie aus dem Versuch zu ersehen ist, sind alle diese Neubildungstypen nicht zufällig entstanden. Vielmehr besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Charakter der Gebilde und dem Körperteil, aus dem das Implantat stammte. So geben die Extremitätenmuskeln nur Extremitäten, die Schwanzmuskeln in der Regel schwanzartige Organe; die Rückenmuskeln atypische Wucherungen mit Anlagen der Achsenteile oder ohne dieselben. Es drängt sich die Schlussfolgerung auf, dass bei heterotopen Implantationen von Muskeln in die Extremität, unter die Epithelialhülle, der morphogenetische Effekt von der Regionalität des implantierten Muskelgewebes abhängt. Diese Behauptung ist jedoch nicht ganz einwandfrei. So wurde bei den Versuchen mit der Implantation von Rückenmuskeln in die Extremität eine zweifache Reaktion des Organismus auf ein und denselben Organisator konstatiert: bald entwickelte sich eine Extremität, bald eine atypische Wucherung mit einem Flossensaum und Anlagen von Achsenteilen. Ein derartiger Fall wurde bei der Implantation von Schwanzmuskeln beobachtet, wo sich statt des erwarteten schwanzartigen Organs eine typisch geformte Extremität entwickelte. Die Muskeln des Kopfes, der Seite und des Herzens äusserten auf keinerlei Weise ihre Spezifität; in diesen Fällen kann von einer Abhängigkeit des Charakters der Formbildungen von der Regionalität der implantierten Muskeln keine Rede sein. Die angeführten Beispiele sind jedoch Ausnahmen und daher erledigen sie die Frage der Spezifität des Organisators nicht. Die Fälle, in denen sich keine spezifische Wirkung der Schwanz- und Rückenmuskeln äusserte, übersteigen zahlenmässig die übrigen. Dieser Umstand zwingt, die Aufmerksamkeit hierauf zu richten und die Eigenartigkeit der Neubildungen besonders zu unterstreichen.

Die Versuche mit den heterotopen Implantationen von Muskeln geben nur auf eine der gestellten Fragen Antwort. Sie zeigen, dass das Muskelgewebe fähig ist, die Entwicklung von akzessorischen Organen hervorzurufen. Es müssen noch die für die Verwirklichung der Formbildungen notwendigen Bedingungen festgestellt werden. Zur Auffindung dieser Bedingungen wurde der Versuch, wie bereits erwähnt, in verschiedenen Richtungen variiert. Die Implantationen wurden an alten und jungen Axolotln von Donoren verschiedenen Alters ausgeführt. Auch wurden die Implantate unter die Haut und unter die Epithelialhülle hineingebracht. Ihre Grösse variierte, ihr Zustand war verschieden usw. Von den durchgeführten Versuchen bieten folgende zwei Serien das meiste Interesse. Die eine derselben verfolgte den Zweck, in den von den Altersstufen abhängigen Eigentümlichkeiten des Wirtes die die Formbildung begünstigenden Bedingungen herauszufinden. Diese Serie bestand aus Axolotln im Alter von 4—6 und 12 Monaten, denen gleichalterige Muskeln eingeführt wurden. In der anderen Serie zur Untersuchung der Organisationsfähigkeit des Muskelgewebes auf den verschiedenen Stadien der Ontogenese, wurde das Alter des Wirtes konstant erhalten, das Alter des Donors dagegen variiert.

Die Versuche mit Muskelimplantaten verschiedener Altersstufen unter die Epithelialhülle der Extremität zeigten, dass die Formbildungsfähigkeit des Axolotls im Ontogeneseprozess verschieden ist. Unter dem Einfluss ein und desselben Organisators entstanden in einer Reihe von Fällen überhaupt keine akzessorischen Organe, bisweilen war ihr Auftreten sehr beschränkt und nur bei einer bestimmten Kombination des Alters des Donors und des Rezipienten waren sie recht häufig. Geschlechtsreife Axolotl gaben bei homoplastischen Implantaten der Muskeln von einjährigen Tieren keine Formbildungen. Es wurden 156 Implantationen mit negativem Resultat ausgeführt. Die jüngsten, im gegebenen Versuch viermonatlichen, Axolotl ergaben den maximalen morphogenetischen Effekt. Bei 92 Implantationen wurden 30 akzessorische Organe erhalten (30.07%). Nicht geringere Bedeutung für die Entwicklung der akzessorischen Organe hat das Alter der Tiere, denen die eingeliegten Gewebe entnommen sind. Es wurden Muskeln von 1—2—3—4—5—6 und 12 monatlichen Axolotln untersucht. Es erwies sich, dass die Muskeln der einmonatlichen Axolotl um 25 Mal mehr Formbildungen hervorrufen, als die gleichen Muskeln einjähriger Axolotl. Man muss anerkennen, dass das Alter der einzuliegenden und der darunterliegenden Gewebe die quantitative Seite der Formbildungen entscheidet. Je jünger das Material ist, um so mehr Formbildungen entstehen bei den Implantationen. Man muss den Vorbehalt machen, dass der Altersstufendiapason der untersuchten Tiere höchst unvollständig ist, und daher diese Schlussfolgerung keine allgemeine Bedeutung haben kann.

Aus dem Vergleich der Versuchsbedingungen und der erhaltenen Resultate haben sich die grundliegenden Momente ergeben, die für die Entstehung von Formbildungen bei der Implantation von Muskeln notwendig sind. Es muss hervorgehoben werden, dass alle 56 akzessorischen Gebilde sich bei der Implantation der Muskeln unter die Epithelialhülle entwickelten. Bei Implantationen unter die Haut wurden Formbildungen kein einziges Mal beobachtet. Ferner ist das Alter der eingeliegten sowie der darunterliegenden Gewebe von ausschlaggebender Bedeutung.

Es ist interessant die erhaltenen Daten mit den entsprechenden Beobachtungen von Nassonov über Muskelgewebe zu vergleichen. Was das Verhalten der Muskeln bei der Implantation unter die Haut bei erwachsenen Axolotln betrifft, stimmen meine Angaben mit den Beobachtungen von Nassonov vollkommen überein. Die letzteren stellen nur einen Einzelfall des Verhaltens des Muskelgewebes dar, der kein Recht zu verallgemeinernden Schlussfolgerungen gibt. Der Vergleich der Beobachtungen von Nassonov mit meinen zeigt, dass die von ihm erhaltene negative Charakteristik des Muskelgewebes als Organisator unvollständig ist; sie ist richtig nur für streng begrenzte Versuchsbedingungen und bei einem umfassenderen und detaillierteren Studium des Muskelgewebes bewährt sie sich nicht.

Laboratorium für Erforschung
des Entwicklungsorganisatoren-Problems.
Akademie der Wissenschaften der UdSSR. Moskau.

Eingegangen
den 27. II. 1941.

ZITIERTE LITERATUR

[1] N. V. Nassonov, C. R. Acad. Sci. URSS, II, № 4 (1934); II, № 5 (1934). I, № 6 (1935); XV, № 6—7 (1937). [2] N. V. Nassonov, XIX, № 1—2 (1938). [3] Н. В. Насонов, Добавочные образования, развивающиеся при вложении хрящей под кожу взрослых, хвостовых амфибий (1941). [4] M. Woerdeman, Proc. Akad. Wetensch. Amsterdam, **39** (1936). [5] Воронцова и Л. Д. Лиознер, Тр. Ин-та экспер. морфогенеза, V (1936). [6] L. D. Liosner und M. A. Woronzowa, Zool. Anz., **115** (1935); **110** (1936). [7] Уманский, Бюлл. эксперим. биол. и медиц., **6** (1938). [8] N. A. Kusmina, C. R. Acad. Sci. URSS, XXVI, № 5 (1940).

Übersetzt von W. Hofmann.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

PARASITOLOGY

THERAPY OF CAT OPISTHORCHOSIS WITH HEXACHLORETHANE

By N. N. PLOTNIKOV

(Communicated by E. N. Pavlovsky, Member of the Academy, 15. I. 1941)

A successful application of tetrachloride of carbon for the treatment of cat opisthorchosis realized in our previous experiments suggested the use of hexachlorethane (carboneum trichloratum—CCl_3. CCl_3), which is applied for veterinary purposes as a remedy against fasciolosis in domestic animals. We were incapable to find any references in the literature bearing on that subject.

The preparation was given to cats on an empty stomach either in gelatinous capsules introduced into the pharynx, or poured into the mouth of the animal together with milk. Thereafter the cat was given 50 cm^3 milk, and kept fasting for 3 hours. The effectivity of the cure which lasted 2—6 days was checked, upon sacrificing the animal, by counting live and dead parasites in its liver, gall bladder and pancreas. The perished parasites were studied as to the changes in their colour and structure. In lengthy experiments number of parasite eggs was determined in the faeces (after Stall) before and after the application of hexachlorethane. During the treatment, the cats were kept on a standardized diet.

High doses of hexachlorethane ranging from 1.86 to 2.03 g per kg of the cat's weight proved most effective, which kill 85.5—100% *Opisthorchis felineus*. The helminthocidal action of this preparation is considerable even when the dose is reduced to 1.48—1.5 g per kg of body weight, though the effect observed is not quite regular; thus, in six cases there perished 97.4—100% of parasites, in 3 cases 45.1—66.6%, while in one cat only 15.6% of parasites were killed.

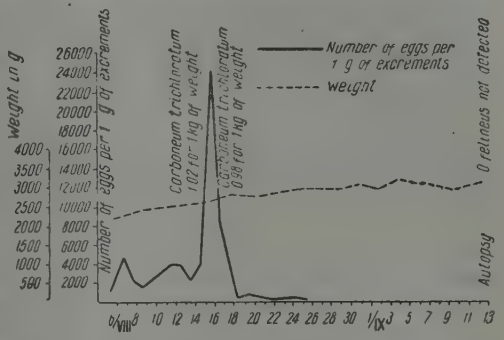
A further reduction of the dose leads to a marked decrease in the effectivity of hexachlorethane, though in some cases its action is still powerful; thus, when 1.0—1.1 g doses per kg of body weight were applied, 57.9—100% *O. felineus* perished in seven cats, 5.4—33.3% perished in 3 cats, while all the parasites proved alive in 2 cats. Similar results were observed when 0.5—0.75 g doses per kg of body weight were used.

The helminthocidal action of hexachlorethane is manifest not only when the entire dose is given at once, but also if it is split into fractional doses applied in the course of 2 or more days, which is most important for practical purposes. But in separate cases the preparation gives no results, or has a poor effect even when relatively high doses are applied. This is evidently caused by insufficient absorption of the preparation by the intestine of individual animals. This peculiarity has been already noticed in the case of dogs by

Hall and Cram (1). Improvement of the method of treatment will possibly reduce the number of such cases.

It was interesting to find out, whether large doses of hexachlorethane applied to animals, previously treated with the same preparation and not cured, would produce the desired therapeutic effect. Therefore the following experiments were set up: one cat was given in the course of 8 days 3:1 g hexachlorethane, while the other cat received 1.0 g in the course of 4 days. The number of eggs of *O. felineus* in the faeces remained the same, thus indicating that no therapeutic effect had been produced by hexachlorethane. Repeated application of hexachlorethane to the same cats in doses of 1.5 g per kg of body weight, split into two daily subdoses, killed 45.1—62.5% of *O. felineus*.

Dissection of the cats killed but a few days after the introduction of hexachlorethane showed that in 13 cases the dead parasites were impregnated with gall pigments, making them bright yellow-green; not infrequently the worms were curled ring-like. This phenomenon could be observed most often in cases when all the trematodes perished. Only 3 out of 39 experimental animals showed signs of a slight and transient indirect action of the preparation, owing to which the cats appeared slightly intoxicated (reeling gait, excitation) and somewhat lost their appetite. No undesirable effect of the drug was observed in the course of 18—31 day long observation of the animals, counting from the first application of hexachlorethane. During this period the cats were healthy and increased in weight.



Curve of elimination of eggs of *Opisthorchis felineus* and of the weight of a cat suffering from opisthorchosis in the course of treatment with hexachlorethane.

Of no small practical interest is to determine the period within which the organism of the cats is freed from perished *O. felineus*, and to clear up the mechanism of this process. It was found that 11—12 days after the first application of hexachlorethane the eggs of *O. felineus* are no longer discovered in the faeces; it follows that the organism of the animal is by this time fully sterile with regard to these trematodes, which is confirmed by autopsy. In the case of weak invasion the period indicated may be still shorter. These data closely approach those of Szidat and Erhardt (2), who treated cats with fuadin and observed the disappearance of *O. felineus* eggs within 10 days.

Autopsy of cats practiced 2 days after the introduction of hexachlorethane often revealed a striking discrepancy between the gravity of pathologo-anatomical changes in the gall ducts and the insignificant number of parasites present. In one case not a single worm was found in the liver, whereas the walls of the gall ducts were enlarged and their lumen increased. This suggests that the elimination of dead *O. felineus* begins rapidly; thus, our ratio of live and dead parasites present is of a relative value; in reality the percentage of perished *O. felineus* may be higher, since by the time of autopsy a number of dead parasites have already been removed from the liver. We found no references concerning the mechanism of the elimination of

dead *O. felineus* from the cover and the gall bladder, but we succeeded in observing it in the course of our experiments. Dissecting the animals 2—6 days after the introduction of hexachlorethane, we could count the number of *O. felineus* in the liver, gall bladder and pancreas separately and were able to study the state of the deferent ducts. In most cases, when 80—100% *O. felineus* were dead, the gall bladder contained more parasites than the liver; a reverse ratio was generally observed; considerable accumulations of dead worms were seen in extrahepatic gall ducts; in three cats this led even to gall conjestion and strong distension of the gall bladder and gall ducts.

Thus, the mechanism of the delivery of dead *O. felineus* from the liver is rather simple; gall washes them out and carries the dead worms on to the lower parts of the deferent ducts, wherefrom they penetrate into the intestine; this process may cause obturation icterus. We do not know yet how long may exist such a «stopper» consisting of dead parasites, nevertheless the facts stated above indicate that each case of opisthorchosis should be individualized; in cases of intensive invasion only such therapeutic measures should be recommended which facilitate a gradual delivery of the parasites from the liver, the gall bladder and the pancreas.

The results of treatment of opisthorchosis in cats form the basis for corresponding experiments on humans. Owing to the fact that no references bearing on the question of hexachlorethane application in medicine are available, we were forced to make preliminary experiments on ourselves. We took per os on an empty stomach 3 g of thoroughly ground hexachlorethane and were able to judge of the harmlessness of this dose. 3 days later we took as much as 12 g, and an additional dose of 15 g followed on the next day. The total dose of hexachlorethane taken in the course of this experiment amounted to 30 g, or 0.53 g per kg of body weight; during the two last consecutive days 27 g, or 0.477 g per kg of body weight, were taken, which almost equals the relative dose which in our experiments on cats killed in half of the cases 40—100% of parasites. We observed no detrimental effect of hexachlorethane on our organism.

In the course of this experiment we had the opportunity to observe that, among other ways, hexachlorethane is eliminated also through the lungs, since during more than 3 days after the last administration of the drug our breath retained its peculiar smell. This goes to confirm the assumption made by Yakushkina and Sharinian [3] who have been studying the pharmacological qualities of hexachlorethane on goats and sheep.

Our experiments are the first successful attempt to pass from tests on animals to observations on humans.

All-Union Institute for Experimental Medicine.
Department of Medical Parasitology.
Moscow.

Received
27. I. 1941.

REFERENCES

[1] Hall and Cram, J. Agr. Res., XXX, № 10, 949 (1925) [2] Szidat und Erhardt, Dtsch. med. Wochenschr., Jahrg. 57, № 31, 1322 (1931). [3] Л. В. Якушкин и А. А. Шаринян, Тр. Арм. н.-и. ветер. ин-та, III, 93 (1940).

Translated by M. Peshkov.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1941. Volume XXXI, № 5

PARASITOLOGY

NEW *ACANTHOCEPHALA* IN FISHES OF THE AMUR RIVER

By A. KH. ACHMEROV and O. S. DOMBROVSKAYA-ACHMEROVA

(Communicated by I. I. Schmalhausen, Member of the Academy, 20. II. 1941)

New genera and species of the order *Palaeacanthocephala* (Meyer 1933), discovered in fishes of the Amur river basin (1937 and 1939), are described in the present communication.

Fam. *Quadrigyridae* (Meyer 1933)

1. *Hemigyrus intermedius* n. gen. n. sp. Found in the intestine of *Carassius auratus m. gibelio*, caught in the lake Udyl. Body cylindrical 9×0.6 mm, provided with a small cylindrical proboscis, armed with 18 hooks which form 5 transverse rows. The hooks are: I) 56—60×9—10 μ, III) 49—52× ×7 μ, V) 35—42×6—7 μ. The sheath of the proboscis 430×150 μ long has double walls; a ganglion 65×75 μ is found at its base. Two long and thin lemnisci 1.495×0.045 mm bear a nucleus in their middle. The length of the female sexual duct is 960 μ. The armament of the body is more developed on the ventral side than on the dorsal one; thus, on a longitudinal sagittal optical section 11 spines 14—15×11 μ large are present on the dorsal side, while the ventral side bears 21 spines 9—10×5—6 μ large; the hypoderm is provided with 4 ventral and 8 dorsal large-sized nuclei. The anterior quarter of the body is armed. Cervix absent. Description made after one female.

Characters of the genus: body extended, with a small oval proboscis, bearing but few hooks and uneven armament of the anterior quarter of the body; large nuclei are formed in the hypoderm. Judging by the characters, it occupies an intermediate position between the *Quadrigyridae* and the *Rhadinorhynchidae*, though the characters of the former predominate.

Fam. *Rhadinorhynchidae* (Travassos, 1923)

2. *Pseudorhadinorhynchus markewitchi* n. gen. n. sp. from the intestine of *Pseudaspius leptocephalus* and *Parabramis pekinensis* caught in the lake Orel-Chla. Body larger near its middle and tapering to the basis of the proboscis. Body 5.42—6.75 mm long and 1.15—1.35 mm wide. Proboscis 630×90 μ with 14 longitudinal rows bearing 13—14 hooks each. Anterior hooks 28×5 μ, medium hooks 56×5 μ and posterior hooks 16×4 μ. The sheath of the proboscis 480 × 180 μ large, possesses double walls and a ganglion 50×75 μ situated at its basis. Two lemnisci with a nucleus near their middle: their size in females is 330—90 μ; they are shorter than the proboscis sheath and are situa-

ted in the tapering anterior part of the body. In males they are long, their size is 1270—1275×75 μ and they reach the cement glands. Two testes of an irregular oval form 460×300 μ are present. 8 bulb-like cement glands. 33 ventral and 28 dorsal spines may be counted on a longitudinal sagittal optical section. Described after 1 male and 2 females. Named in the honour of prof. A. P. Markevitch.

3. *Pseudorhadinorhynchus pseudaspii* n. sp. from the intestine of *Pseudaspius leptocephalus* caught in the lake Orel-Chla. Body long, cylindrical, 8.4×1.05 mm large, slightly extending to the basis of the proboscis. 9 spines on the ventral side and 5 on the dorsal side may be counted on a longitudinal sagittal optical section; length 28 μ, width 14—16 μ near the basis of the spine. Proboscis cylindrical 535×150 μ, provided with 10 longitudinal rows of almost even hooks 49—50×7 μ large, 7—8 per row. Proboscis sheath 750×90 μ, double walled and provided near its bottom with a ganglion 60×85 μ large. Two long lemnisci 2100 μ large with a nucleus in their middle part. Eggs spindle-shaped, 68 μ with polar prolongations. Embryo 25×6 μ. Described after 1 female.

Fig. 1. *Acanthocephalus paralellotestis* n. sp.

Characters of the genus: *Rhadinorhynchidae*, provided with a comparatively small proboscis, hooks are not numerous. The ganglion lies nearer to the bottom of the proboscis sheath. Body armament irregular. 8 cement glands are bulb-shaped and more or less tubular. Hooks on the ventral and the dorsal sides are even both in size and shape.

Fam. *Echinorhynchidae* (Cobbold, 1879)

4. *Acanthocephalus paralellotestis* n. sp. (Fig. 1) from the intestine of *Hemibarbus lobeo* caught in lake Udyl. Body long, gradually tapering to both ends, 4.67×0.93 mm; proboscis oval, gradually tapering to the base, 600×315 μ, provided with 16 longitudinal rows of hooks, 6—8 per row. The anterior hooks are 33 μ, the medium hooks are 60—75 μ and the posterior hooks are 45—55 μ large; proboscis sheath 1.125×0.325 mm, bearing near its base a ganglion 70×100 μ. Two lemnisci 1095—1200×180 μ with a nucleus in the lower part. Cement glands piriform, 6 in number. Testes long, 1550—1800×330—360 μ, sausage-shaped, parallel to each other. Described after 1 male.

5. *Paracanthocephalus tenuirostris* n. gen. n. sp. Body long, cylindrical, gradually tapering to both ends, 3.48—5.6×0.57—0.82 mm for ♂ and 3.63—6.93×0.6—0.8 mm for ♀. Proboscis elongated, with 5 transversal rows of hooks, 6 per row. I row 82—87 μ, III row 100—119 μ, V row 52—59 μ. Proboscis sheath long, often fits into the postcervical region, separated from the body by means of a shallow circular furrow; sometimes it protrudes into the body cavity. Ganglion 110×75 μ near the bottom of the sheath. The size of the proboscis sheath varies greatly ranging between 375—1050 μ in length to 120—204 μ in width. Cervix long, 0.28—0.52 mm×0.08—0.15 mm. Not infrequently two lemnisci are considerably larger than the proboscis sheath and protrude far into the body cavity. When they are equal in size to the proboscis sheath, they fit into the postcervical region of the body; their length varies from 370 to 450 μ; the last large nucleus of the lemnisci is situated lower than the middle part of the latter. The shape of the testes varies from oval 520×755 μ to oblong 825×375—810×235 μ. They lie one after the other. Cement glands are 6 in number, piriform. Egg with polar prolongations 40—41 μ, embryo 9.2 μ. Host: found in the intestine of *Pseudaspius leptocephalus*, *Parasilurus asotus*, *Pseudorasbora parva*, *Siniperca*

chuatsi, *Elopichthys bambusa*, *Leuciscus waleckii*, *Carassius auratus* m. gib., *Esox reicherti*, *Cyprinus carpio*, *Ophicephalus argus*, *Erythroculter erythropterus*, *Parabramis pekinensis*, *Pseudobagrus fulvidraco*, *Xenocypris macrolepis*.

Described after 98 ♂ and 174 ♀. 4 cases of monorchism originating from *Cyprinus carpio*, *Ophicephalus argus* and *Pseudaspius leptocephalus* are most interesting; ♂ possess but one testis of a slightly irregular round shape. Meyer (1933, page 466) mentions that Bieder described in 1913 3 cases of a similar deficiency in *Ac. lucii*, *A. ranae* and *A. agilis*.

6. *Paracanthocephalus curtus* n. sp. Body short, ellipsoidal 1.5—2.5 × 0.45—0.7 mm in ♀ and 1.35—2.19×0.35—0.45 mm in ♂. Proboscis ellipsoidal 190—375×140—270 μ with 28 hooks forming 8 transverse rows: 4 rows—4 hooks each, 4—three hooks each. Anterior hooks are 49—70 μ, medium hooks 91—95 μ and posterior hooks 63 μ. The proboscis sheath is short, 190×135 μ in ♂, and 240—600×120—240 μ in ♀; almost fits into the postcervical region of the body. Ganglion 60×75 μ lies near the base of the sheath. Cervix 75—100 μ long and 230—240 μ wide, passes into the postcervical part of the body, is 180—220 μ long and 285—320 μ wide, well defined from the entire body. Two long lemnisci 150—380 μ with a nucleus situated lower than their middle part; in ♂ they almost reach the testes. Testes are round 180×225 μ. Cement glands are piriform, 6 in number. Length of feminine sexual duct is 420—503 μ. Egg with polar prolongations 60—64 μ. Found in the intestine of *Perccottus glehni*, *Liocassis ussuriensis*, *Esox reicherti*, *Cyprinus carpio*, *Parasilurus asotus*, *Erythroculter erythropterus*, *Pungitius pungitius*, originating from lakes Bolon, Orel-Chla, Udyl and Amur river. Among the representatives of this species one male from *Pseudaspius leptocephalus* (lake Orel-Chla) had but one testis (Fig. 2). Described after 53 ♀ and 40 ♂.

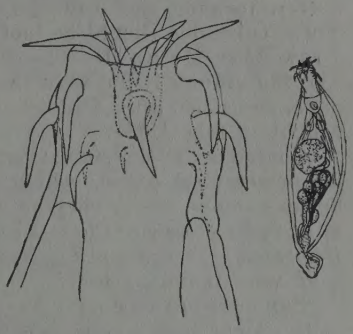


Fig. 2. *Paracanthocephalus curtus* n. sp.

Characters of the genus: cervix passes into a long postcervical region well distinguishable from the rest of the body; proboscis sheath and most lemnisci almost fit into the postcervical region of the body; small number of hooks, 28—30; 6 piriform cement glands, proboscis cylindrical.

7. *Echinorhynchus lenok* n. sp. From the intestine of *Brachymystax lenok* caught in lake Orel-Chla. Body cylindrical 4500×705 μ. Proboscis cylindrical 675×225 μ, provided with 22 longitudinal rows of hooks, 13—14 per each row. Anterior hooks 42 μ, medium hooks 35×14 μ, posterior hooks 35—10 μ. Cervix absent. Proboscis sheath double walled, 780×265 μ, with a ganglion 75×90 μ situated in their medium part. Two lemnisci 500×150 μ, shorter than the proboscis sheath, with a nucleus in their lower part. Testes large, being pressed to each other they become quadrangular, 400×380 μ, found in the medium part of the body. 6 piriform cement glands are present. Described after one male.

8. *Echinorhynchoides dogieli* n. gen. n. sp. From the intestine *Erythroculter erythropterus* and *Hemibarbus labeo*, caught in lake Orel-Chla. Body length in ♂ 4.2—0.67 mm and 5.1×0.67 mm in ♀. Proboscis cylindrical 600×180 μ, provided with 18 longitudinal rows bearing each 12 hooks. Anterior hooks 42 μ, medium hooks 56 μ and posterior hooks 35 μ. Proboscis sheath double walled 900×240 μ with ganglion 70×80 μ near its base. Two lem-

nisci equal in size to that of the proboscis sheath, 600×60 μ with nucleus near the bottom. Testes oval, separated from each other by short distance, 420×520 μ; 4 bulb-shaped cement glands. Length of female sexual duct 1425 μ. Species described after 3 females and 2 males.

Characters of the genus; *Echinorhynchidae* with 4 bulb-shaped cement glands, cervix not elongated, no cervical swelling present.

9. *Bolborhynchus exiguus* n. gen. n. sp. Body short, 1.74—1.32×0.81—0.52 mm, with transversal folds, its anterior part passes into the postcervical region 160—210 μ long and 215—285 μ wide, almost rectangular in shape which harbors the most part of the proboscis sheath. Cervix 75—80 μ long, 200—220 μ wide. Proboscis spherical 225×240 μ. Proboscis sheath 235×150 μ with ganglion 60×75 μ, situated near to the bottom of the proboscis. Two lemnisci 450×75 μ with nucleus near the bottom. Proboscis almost spherical 235—250×240—255 μ, bears 25 hooks of different size. They form 5 transverse rows. Four small tubercles 6×7 μ and 2×3 μ forming one row are situated near the basis of the proboscis. These tubercles should be looked upon as hook rudiments. Size of hooks: I row 145—148 μ, II—102—105 μ, III—56—58 μ, IV—38—40 μ, V—13 μ. The individuals found were immature and contained but rudiments of gonads. Described after 4 individuals from the intestine of *Leuciscus waleckii* caught in lake Udyl.

Characters of the genus: body short, passing in a robust almost rectangular postcervical region which passes into the cervix. Proboscis spherical, hooks not numerous, varying greatly as to their size and sometimes becoming rudimentary in the last row. Besides the *Acanthocephala* just mentioned *Bolbosoma coenomorpha*, *Neoechinorhynchus rutili* and *Echinorhynchus gadi* were found as well.

Summing up it should be noted that the *Acanthocephala* fauna of fishes in the Amur river is very peculiar: out of the 13 species observed only 3 species were already known, while 9 species were new ones belonging to 5 new genera. Besides, a certain tendency of the *Acanthocephala*, parasitic in Amur fishes, to form monotesticular variants not registered by previous authors should be noted.

We avail ourselves of the opportunity to thank our teacher, professor V. A. Dogiel.

Institute of Lake Fisheries.

Received
15. I. 1941.

Translated by M. Peshkov.

32

Orders to be placed with:
Les commandes sont à adresser à:
Bestellungen sind zu richten an:

MEZHDUNARODNAJA KNIGA

Moscow, Kuznetski Most, 18.

Remittances to be effected to the State Bank of the USSR (UNIO)
Moscow, Neglinnaja, 12.

USA	— Four Continent Book Corporation, 255 Fifth Avenue, New York, N. Y.
BELGIQUE	— «OBLA», 6/8/10, rue Duquesnoy, Bruxelles.
BULGARIA	— T. F. TSCHIPEFF, Boulevard Dondukoff 20/22, Sofia.
CHINA	— Fleet's Book Store, 798 Avenue Joffre, Shanghai.
CHILE	— Libraria Ibero-Americana de Publicaciones, Moneda 702, Casilla 13201, Santiago.
COLOMBIA	— Distribuidora Nacional de Publicaciones Manuel Abondano H. Apartado Nacional 27—29, Bogota.
DANMARK	— S. U. V.'s Boghandel, Frederiksborggade, 42, København.
DEUTSCHLAND	— KOEHLER & VOLCKMAR, Russland-Abteilung, Leipzig C. 1. Postfach 173.
GREAT BRITAIN	— Collet's Bookshop, Ltd., 66 Charing Cross Road, London, W. C. 2.
JUGOSLAVIJA	— GECA KON A. G. Postfach 103, Beograd.
	— «Slavija» Alex. I. Ivanoff, Krunska, 25, Beograd.
MAGYARORSZAG	— Grill'sche Buchhandlung, Dorottya ut. 2, Budapest.
MEXICO	— Editorial Popular, Apartado 2352, Mexico D. F.
NEW ZEALAND	— Modern Books, 12 Woodward Street, Wellington C 1.
NORGE	— JOHAN GRUNDT TANUM, Karl Johans gt. 43, Oslo.
	— A/S Narvesens Kioskompani, Postbox 125, Oslo.
PALESTINE	— S. ISERSKY, Grusenberg Street 24, Tel-Aviv, P. O. B. 656.
	— «MASSADAH», Ltd., Herzl Street, 2, Tel-Aviv.
ROMANIA	— «LOUVRE», strada Bibescu Voda 2, Bucureşti.
SUOMI	— Akateeminen Kirjakauppa, Helsinki.
	— Rautatiekirjakauppa Oy, Köydenpunojankatu 2, Helsinki.
SVERIGE	— WENNERGREN-WILLIAMS A. B., Box 657, Stockholm.
	— C. E. FRITZE's Kgl. Hofbuchhandlung. Fredsgatan 2, Stockholm.
TÜRKIA	— LIBRAIRIE HACHETTE, 469, Avenue de l'Indépendance, Boîte postale Péra 2219. Istanbul.
URUGUAY	— Distribudora de Publicaciones, Calle Eduardo Acevedo, 1450, Montevideo

PUBLISHING HOUSE OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR

JOURNAL OF PHYSICS

Edited by **S. I. WAWILOW**, Member of the Academy of Sciences.
Editorial Secretary: Prof. **S. M. RYTOV**, D. Sc.

Journal of Physics deals with problems of theoretical and applied physics.

Journal of Physics is published in English, French and German.

Journal of Physics appears monthly; it is issued in two volumes per annum, 6 numbers per volume.

Subscription price: U. S. $ 8.00 per annum. $ 1.00 single copy.

Orders to be placed with:

SSSR—«Mezhdunarodnaja Kniga», 18 Kuznetski Most, Moskva.
USA—Four Continent Book Corporation, 255 Fifth Avenue New York, N. Y.
BELGIQUE—«Obla», 6/8/10, rue Duquesnoy, Bruxelles.
BULGARIA—«Ruska Kniga», ul. kn. Boris, 2, Sofia. T. F. Tschipeff, Boulevard Dondukoff, 20/22, Sofia.
CHINA—Fleet's Book Store, 798 Avenue Joffre, Shanghai.
DANMARK—S.U.V's Boghandel. Frederiksborggade, 42—1, Kφbenhavn.
DEUTSCHLAND—Koehler & Volckmar A.-G. & Co., Russland-Abteilung, Leipzig C. 1. Postfach 173.
GREAT BRITAIN—Collet's Bookshop, Ltd., 66 Charing Cross Road, London, W. C. 2.
JUGOSLAVIJA—Geca Kon A.-G. Postfach 103, Beograd.
MAGYARORSZAG—Grill'sche Buchhandlung, Dorottya ut. 2, Budapest.
NEW ZEALAND—Progressive Books, Ltd., 18 Darby Street, Auckland C. 1.
NEW ZEALAND—Modern Books, 12 Woodward Street, Wellington C. 1.
NORGE—Johan Grundt Tanum, Karl Johans gt., 43. Oslo.
ROMANIA—«Louvre», Strada Bibescu Voda, 2, Bucureşti.
SCHWEIZ—Buchhandlung Stauffacher, Lutherstrasse 6, Zürich.
SOUTH AFRICA—People's Bookshop (Pty.), Ltd. Trades Hall, Kerk Street, Johannesburg.
SUOMI—Akateeminen Kirjakauppa, Helsinki.
—Rautatiekirjakauppa O. Y., Köydenpunojankatu 2, Helsinki.
SVERIGE—Wennergren-Williams A.-B. Box 657, Stockholm.
—C. E. Fritze's Kgl. Hofbuchhandlung, Fredsgatan 2, Stockholm.
TÜRKIA—Librairie Hachette, 469 Avenue de l'Indépendance, Boîte postale Péra 2219, Istanbul.
PALESTINE—S. Isersky, Grusenberg Street 24, Tel-Aviv. P. O. B. 658.
—«Massadah», Herzl Street, 2, Tel-Aviv.

EDITORIAL OFFICE: Moscow, 47, 3rd Miusskaya Ulitsa, No. 8, Physical Institute of the Academy of Sciences of the USSR.